

# HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA HYDROGRAPHICA ET  
PROTISTOLOGICA

## EDITORES

Gunnar Alm Drottningholm	U. d'Ancona Padova	Kaj Berg København	E. Fauré-Fremiet Paris
Fr. Gessner Kiel	H. Järnefelt Helsinki	C. H. Mortimer Millport	
G. Marlier Bruxelles	P. van Oye Gent	W. H. Pearsall London	W. R. Taylor Ann Arbor
K. Ström Oslo	M. Uéno Kyoto	N. Wibaut-Isebree Moens Amsterdam	



HYDROBIOLOGIA publishes original articles in the field of Hydrobiology, Limnology and Protistology. It will include investigations in the field of marine and freshwater Zoo- and Phytobiology, embracing also research on the Systematics and Taxonomy of the groups covered. Preliminary notices, polemics, and articles published elsewhere will not be accepted. The journal, however, contains short reviews of recent books and papers.

Eight numbers of the journal are published every year. Each number averages about 100 pages. Contributions must be clearly and concisely composed. They must be submitted in grammatically correct English, French, German, Italian or Spanish. Long historical introductions are not accepted. Protocols should be limited. Names of animals and plants must be given according to the laws of binominal nomenclature adopted at the recent International Congresses of Zoology and of Botany, including the author's name; it is desirable that the latter should be given in full. Measures and weights should be given in the decimal system. Every paper has to be accompanied by a short summary, and by a second one, written in an alternative language.

Manuscripts should be typewritten in double spacing on one side of the paper. The original should be sent. Original drawings should be submitted. Text figures will be reproduced by line engraving and hence should not include any shading, although figures which cannot be reproduced in this manner will be accepted if necessary. All drawings should be made on separate sheets of white paper, the reduction desired should be clearly indicated on the margin. The approximate position of test-figures should be indicated on the manuscript. A condensed title, should be cited as follows: in the text — AHLSTROM (1934); in the references - AHLSTROM, E. H., 1934. Rotatoria of Florida; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 53: 252—266. In the case of a book in the text - HARVEY (1945); in the references - HARVEY, H. W.: Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, Cambridge Univ. Pr., London 1945. Author's names are to be marked for printing in small capitals, latin names of animals and plants should be underlined to be printed in italics.

The various types of printing should be indicated by underlining the words in the following way:

- ===== CAPITALS, e.g. for headlines; preferably *not* in the text.
- ~~~~~ or straight blue line: SMALL CAPITALS, e.g. *all* names of persons, both in the text and in the references.
- **heavy type**, e.g. for sub-titles; preferably *not* in the text.
- ~~~~~ or straight red line: *italics*, e.g. *all* Latin names of plants and animals, except those in list and tables.
- - - - - spaced type.

Manuscripts may be sent to any member of the board of editors or directly to the secretary, Prof. Dr. P. van Oye, 30, St. Lievenslaan, Ghent, Belgium, to whom proofs must be returned after being clearly corrected. Fifty free reprints of the paper with covers will be furnished by the publishers. Orders for additional copies should be noted on the form which is enclosed with the galleyproofs.

*Books and reprints are to be sent to the secretary directly.*



# Laboratory Experiments on the Growth of *Tilapia* spp.

The reproduction of *Tilapia esculenta* under artificial conditions

by

C. C. CRIDLAND

East African Fisheries Research Organisation, Jinja, Uganda.

(with 2 figs.)

## INTRODUCTION

As with other species of *Tilapia* living in equatorial habitats, the breeding cycle of *T. esculenta* in nature is poorly defined. Fish are found in breeding condition at all times of the year but during the rainy season the percentage of ripe fish is increased indicating that breeding seasons coincide with the rains. Microscopic gonad examinations have shown that two or three broods may be produced in rapid succession at a time but it is not possible to determine the interval between broods, or the strength of successive broods from catch data (LOWE - McCONNELL 1956, GARROD 1959).

This study was carried out in order to clarify these aspects of the biology of *T. esculenta*, which is the most valuable species in the commercial fisheries of Lake Victoria.

## METHODS AND MATERIAL

The fish used in the experiments were obtained from an artificial fertilization of laboratory reared *Tilapia esculenta* which was carried out on 31st August, 1957. After they had become sexually mature, ten pairs, males and females, were isolated in breeding tanks.

The sexes were distinguished by placing all the fish in one aqua-

rium where one male would become dominant and display breeding colouration. This fish was removed, whereupon a second male became dominant and could be distinguished by its colouration. In this way males were successively removed until no further breeding colouration was shown by the fish remaining. These were then assumed to be females. BAERENDS & BAERENDS - VAN ROON (1950) have described an exactly similar type of behaviour in other species of cichlid fish and have termed it the „dominated troop” type of social organisation and have defined it as follows: „The members tolerate each other at any distance, and all but one have the same „rank’. This one acts as a „tyrant’.”

Single pairs were then isolated for the duration of the experiment.

The ten pairs were kept for periods ranging from five to twenty-three months (see below). Throughout the period they were fed upon as many oligochaete worms (*Stuhlmanian* sp.) as they could eat. Algae, crustacea and *Chironomus* larvae provided additional food. *T. esculenta* are naturally herbivorous, but the growth and breeding observed indicate that the diet provided was adequate.

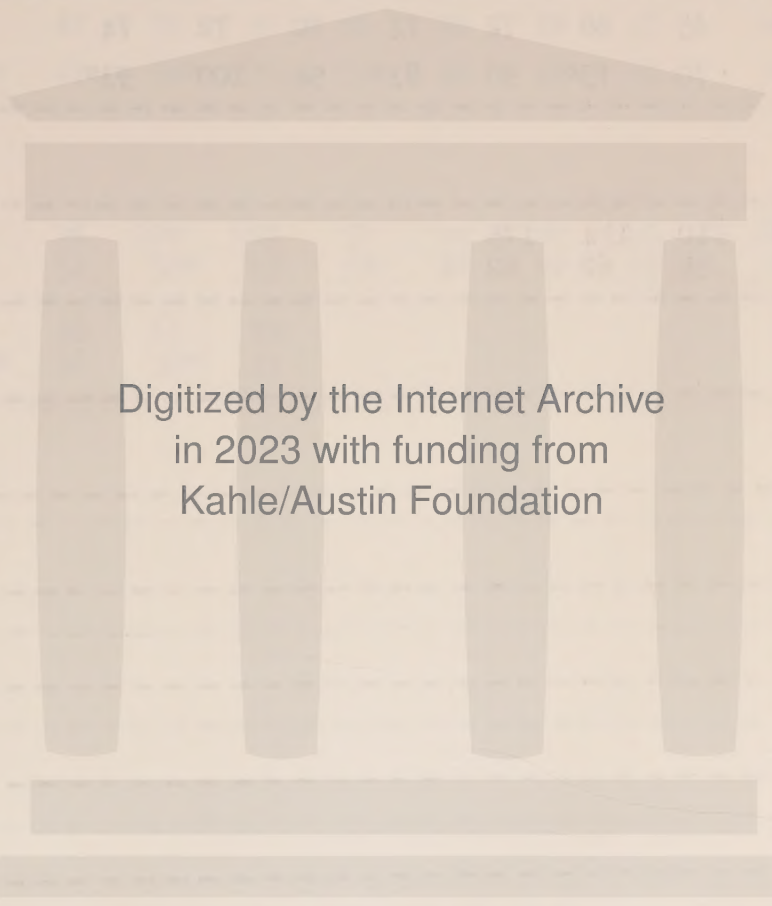
Two pairs were established in October, 1958, at 13 months of age. The average length of males and females was 10.6 cm and 11.4 cm respectively, the average weights being 18.0 g and 24.0 g. A further eight pairs were isolated in January and February, 1959, the males then having an average length of 12.6 cm and the females 10.8 cm. The average weight of these males and females were 32.7 g and 22.0 g respectively.

The aquaria were filled to a depth of 27 cm above a 5 cm layer of sand and contained 132 litres of water which was changed at monthly intervals. All tanks were situated in the open as close as possible to each other and partly shaded by a tree. To provide extra shade, an enamel tray was placed on the top of each tank, and the tanks were covered with brown paper to minimise the disturbance from external stimuli. It was found that aeration was unnecessary.

Maximum and minimum temperatures were recorded daily at 9 a.m. The highest maximum of 30.6°C was recorded on 28th March, 1959, and the lowest minimum of 17.2°C on 13th August, 1959.

Fish were measured at 30 day intervals after being anaesthetised in 1 : 2000 solution of tricaine methane sulphonate (M. S. 222-Sandoz). The fork length was measured to the nearest millimetre using a pair of callipers. Fish were placed in a beaker with water and weighed, the weight of water being deducted.

If a female was brooding at the time of weighing the eggs or fry were removed, counted and weighed. Eggs were hatched in an „artificial mouth” (E.A.F.R.O. ANNUAL REPORT 1954/55).



Digitized by the Internet Archive  
in 2023 with funding from  
Kahle/Austin Foundation



GROWTH IN LENGTH AND WEIGHT AT 30 DAY INTERVALS  
\* Indicates that fish has spawned.

N.B.: nr = not recorded.



## RESULTS

Table I gives the respective 30 day length and weight increments of males and females. The months during which breeding occurred are indicated.

The detailed history of Pair I is illustrated in Figure 1.

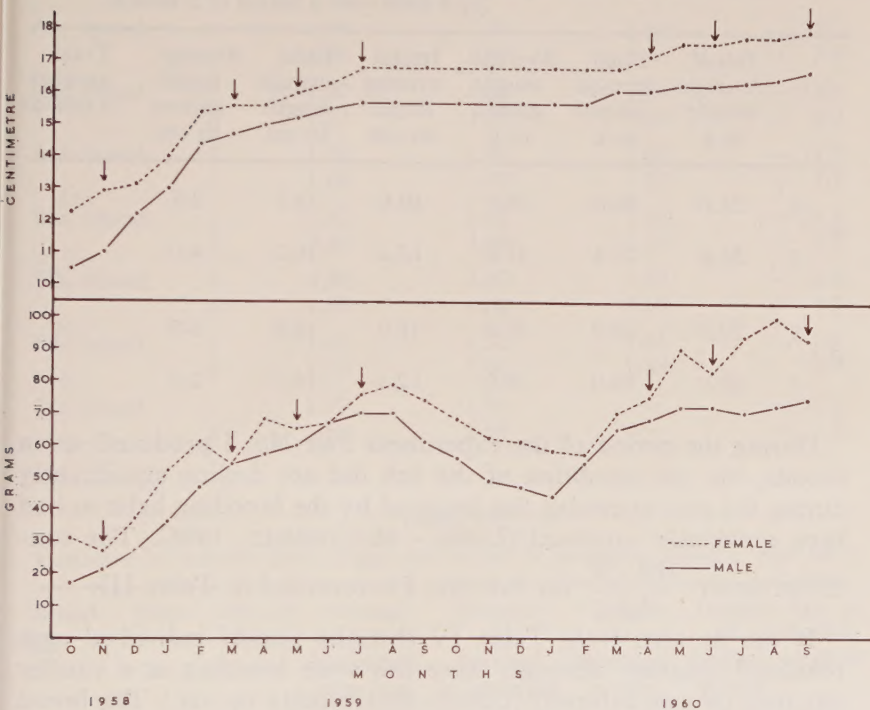


Fig. 1. Growth in length and weight of pair no. 1  
(Arrow indicates that fish has spawned)

The rate of growth of both fish was most rapid during the first four months but declined during the course of the experiment; some growth was recorded in each of the first ten months. During the first seven months of the experiment the growth of the males was slightly better than that of the females (Table II). This contrasts with observations on the growth of *T. esculenta* in nature based upon an analysis of rings on the scales when no sexual dimorphism in growth rate was distinguished (GARROD, 1959). However this latter study was confined to the growth of fish following the onset of breeding, whereas the fish studied in this experiment were juveniles. Owing to the author's absence from August to January, it was not possible to maintain the same level of care of the fish and it can be

seen that both males and females lost considerably in weight and did not grow in length during this period. Some slight growth was resumed when the author again took control of the experiment.

TABLE II

*The gain in weight and length of: (a) 5 pairs over a period of 7 months  
(b) 4 pairs over a period of 5 months.*

		Initial Average weight in g	Final average weight in g	Average weight gained in g	Initial average length in cm	Final average length in cm	Average length gained in cm	Total number of broods
A	♀	21.0	46.0	25.0	10.6	14.1	3.5	13
	♂	31.6	73.4	41.8	12.2	16.2	4.0	×
B	♀	22.0	49.0	27.0	11.0	14.5	3.5	8
	♂	30.0	58.0	28.0	12.3	14.7	2.4	×

During the period of the experiment Pair No. I produced seven broods, but the condition of the fish did not decline significantly during the post-spawning fast imposed by the brooding habit as had been previously supposed (LOWE - McCONNELL, 1956). The condition factor  $\frac{100 \cdot W}{L^3}$  for Pair No. I is recorded in Table III.

It can be seen from Table IV that the size of individual eggs remained constant although these fish were breeding at a smaller size than they do naturally (LOWE - McCONNELL op. cit.). The brood size and percentage survival increased with successive broods, but it should be remembered that the data are taken from eggs or fry in the mouth and not from the number of eggs actually spawned.

It was not possible to continue the experiment for a sufficiently long period to demonstrate a spawning season under these artificial conditions but it is clear that three broods can be produced over a period of five months.

In all, twenty eight broods were recorded from the ten pairs in twenty three months. It can be seen from Table I that the growth patterns of Pairs 2—10 were similar to that of Pair 1 described in detail above and that the average brood size of successive spawnings increased as was observed for Pair 1 (Table V). The interval between the first and second brood of all pairs averaged 75 days, second — third 57 days, third — fourth 59 days. The minimum interval between broods was 39 days and the maximum was six months.



TABLE III

*Variation in the condition factor at the time of spawning of pair no. 1.*

		30 Days before spawning	Spawning	30 Days after spawning	Per cent changes at spawning
1st brood	♀	1.67	1.25	1.64	— 25.0
	♂	1.46	1.57	1.48	+ 7.5
2nd brood	♀	1.67	1.42	1.79	— 14.9
	♂	1.57	1.70	1.68	+ 8.2
3rd brood	♀	1.79	1.58	2.52	— 11.7
	♂	1.68	1.70	1.82	+ 1.1
4th brood	♀	2.52	1.60	1.66	— 36.5
	♂	1.82	1.80	1.80	— 1.1
5th brood	♀	1.50	1.47	1.65	— 2.0
	♂	1.55	1.62	1.66	+ 4.5
6th brood	♀	1.65	1.52	1.66	— 7.9
	♂	1.66	1.66	1.58	0.0
7th brood	♀	1.77	1.59	—	— 10.1
	♂	1.60	1.58	—	— 1.2

TABLE IV

*Variation in characteristics of eggs and larvae in successive broods of pair no. 1*

Brood	Date	No. of Eggs	Average weight of individual eggs in g	Percent- age Survival at hatching	Length at hatching in mm	Length at feeding in mm	Age at feeding in days
1.	21.11.58	230	0.0126	3.0	6.0	10.0	10
2.	19. 2.59	89	0.0134	61.8	6.0	10.0	10
3.	20. 4.59	510	0.0105	18.2	7.0	11.0	11
4.	19. 7.59	330	0.0115	43.3	7.5	11.0	11
5.	21. 4.60	491	0.0130	41.8	8.0	12.0	11
6.	13. 6.60	474	0.0120	52.5	8.5	12.6	10
7.	7. 9.60	513	0.0132	61.7	9.0	12.5	11

TABLE V

*Average number of fertilised eggs spawned in successive broods*  
(Data taken from a sample of 10 females)

Brood	1	2	3	4	5	6	7
Number of eggs	112	186	368	423	491	474	513

The fluctuation in temperature could not be correlated with breeding activity.

## DISCUSSION

It is well known that the growth characteristics of *Tilapia* spp. reared in aquaria differ from those of natural populations, and that they achieve sexual maturity earlier and at a smaller size (E.A.F.R.O. ANNUAL REPORT, 1953). At the time that these observations were made a further stock of *T. esculenta* was raised in the Kirinya Prison pond: these achieved 16.4 cm after 10 months and matured at a larger size than those pairs described above.

The growth of these fish following maturity shows an interesting comparison with other *Tilapia*. VAN SOMEREN & WHITEHEAD (1959) have demonstrated rapid continued growth following the onset of maturity in monosex culture of *T. nigra* where breeding is prevented if the population density is reduced. In Lake Victoria where *T. esculenta* breeds seasonally, maturity occurs at two-thirds the ultimate length but in the experiment where breeding was continuous growth was markedly reduced shortly after the onset of breeding. This corresponds with observations on *T. variabilis* in Lake Victoria where marking experiments have indicated that growth is very limited following the onset of breeding activity (FRYER, unpublished) since presumably the population density is not reduced (cf. VAN SOMEREN & WHITEHEAD).

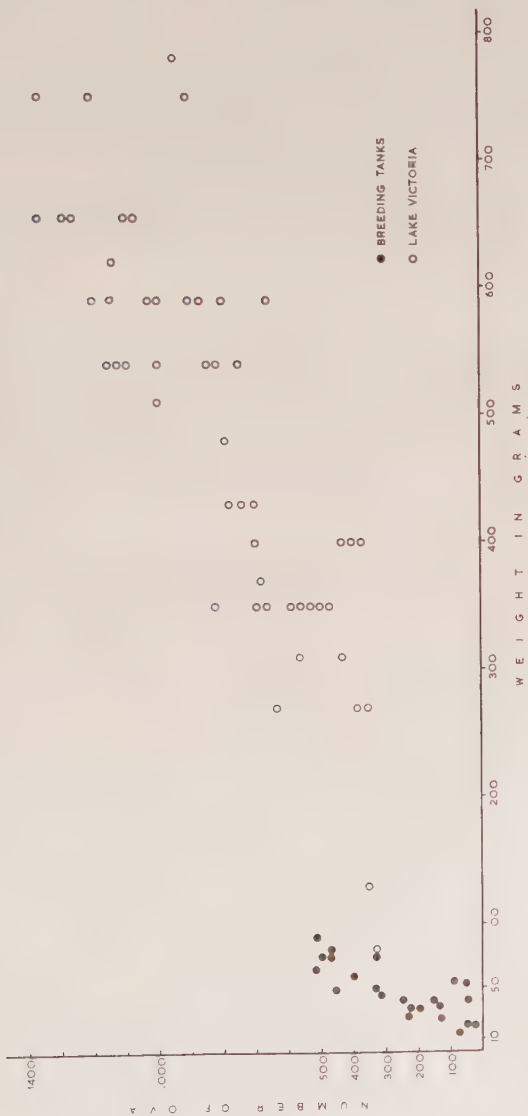
Hitherto it had been believed that the spawning fast caused a considerable loss of condition (LOWE - MCCONNELL, 1956). From Table I and Figure 1 it can be seen that under these experimental conditions there was no loss in weight of the female during the brooding „fast”, and in fact the fish continued feeding even when brooding. Further, the loss in weight of the female at spawning can be related to the weight of the ova shed and is reflected by the decline in the condition factor. In contrast, the male fish show no loss in condition after spawning (Table III).

Figure 2 shows the fecundity of the artificially bred *T. esculenta* compared with that of the natural population of Lake Victoria. In the latter the number of eggs produced varies directly with the weight of the fish. The data from this experiment are not adequate to show whether a similar relationship obtained with artificially bred fish. However it should be noted that a regression line fitted to the data from the natural population would cut the X-axis at about 100 g and that since the largest female in the experiment was only 93 g the size of individual eggs produced by fish maturing at a smaller size might be expected to be less than that of the eggs of a female of



the natural population. This is borne out by measurement of the eggs.

Despite the difference in growth following breeding and in the size of the eggs, the interval between broods corresponds very well, with estimates for the natural populations.



## SUMMARY

1. Ten pairs of laboratory bred *T. esculenta* were placed in breeding tanks in the open and allowed to breed without restrictions.
2. The breeding history of one pair over a period of twenty three months is described in detail.
3. A total of twenty eight broods was recorded from the ten pairs.
4. The males grew faster than the females.
5. The loss of weight by the female following spawning is directly related to the weight of eggs spawned.
6. The number of eggs per brood is recorded.
7. The average interval between broods was two months.
8. No correlation between water temperature and number of broods was noticed.

## REFERENCES

- BAERENDS, G. P. & BAERENDS - VAN ROON, J. M. - 1950 - An introduction to the study of the ethology of Cichlid fishes. *Behaviour*, Leiden, Supp. 1, 1—242.
- EAST AFRICAN FISHERIES RESEARCH ORGANISATION - Annual Report 1953.
- EAST AFRICAN FISHERIES RESEARCH ORGANISATION - Annual Report 1954—1955.
- GARROD D. J. - 1959 - The growth of *Tilapia esculenta* GRAHAM in Lake Victoria. *Hydrobiologia* XII, 4, 268—298.
- LOWE R. H. (McCONNELL) - 1956 - Observations on the Biology of *Tilapia* (Pisces: Cichlidae) in Lake Victoria, East Africa. *E.A.F.R.O. Supp. Pub.* 1, 1—72.
- VAN SOMEREN, V. D. & WHITEHEAD, P. J. - 1959 - The culture of *Tilapia nigra* GÜNTHER in ponds. I. Growth after maturity in male *T. nigra*. *East Afr. agricul. J.*, XXV, 1, 42—46.



# Modifications électrocardiographiques chez la Carpe (*Cyprinus carpio* L.) au cours des changements de salinité

par

R. LABAT & A. SERFATY

(avec 2 figs)

Nombreux sont les auteurs qui étudièrent les relations entre la salinité du milieu extérieur et la teneur en sels du milieu intérieur. Les mécanismes assurant l'osmo-régulation sont très complexes et mettent en jeu des facteurs externes (température, nutrition, teneur en  $\text{Ca}^{++}$ ) et internes (sécrétion branchiale, excrétion intestinale, activité rénale, nerveuse, endocrinienne et circulatoire).

Chez les Téléostéens d'eau douce, BERT (1871—83), montra que des Epinoches et des Anguilles pêchées en eau douce et placées dans l'eau de mer survivaient plus d'un mois. Pour d'autres espèces, alors que ce passage brutal détermine la mort, les variations progressives sont mieux supportées. Les expériences de DUVAL (1925), sur la Carpe, montrent que des Poissons, immergés dans des eaux de salinité croissante, voient la concentration molaire de leur sang s'élever progressivement et atteindre une valeur voisine de celle du milieu extérieur. Si le milieu externe est trop hypertonique, le poids du sujet diminue, la concentration saline du sang augmente et la Carpe succombe.

Depuis BERT (1883), les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans des solutions salines ont été discutées. L'asphyxie et l'augmentation de la concentration du milieu intérieur seraient les deux facteurs essentiels responsables de cette mort.

VESELOV (1949) montre que la consommation d'oxygène diminue jusqu'à 60 % du taux normal et la teneur en eau des tissus s'abaisse lorsqu'on plonge des Carpes ou des Poissons rouges dans des milieux fortement hypertoniques. De même CORDIER, LEBLANC et MAURICE (1955—57) obtiennent une diminution de la consommation d'oxygène chez la Tanche et la Rascasse lorsqu'elles sont transportées, pour la première, en eau salée, pour la seconde, en eau douce.

Chez les Poissons d'eau douce, le chlorure est absorbé par échange de  $\text{Cl}^-$  contre  $\text{HCO}_3^-$ . D'une manière plus générale, JULLIEN et ses collaborateurs (1957), établissent que la survie des Poissons d'eau douce dans des solutions tricationiques ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{++}$ ) de composition variable est liée aux valeurs des rapports  $\frac{[\text{K}^+] + [\text{Na}^+]}{[\text{Ca}^{++}]}$ .

FONTAINE & BOUCHER-FIRLY (1932) signalent une augmentation comparable du phosphore minéral dans le sérum, chez la Carpe immergée dans des solutions de salinité supérieure à 14 ‰ ou asphyxiées. D'après LELOUP-HATEY (1959), le changement de salinité détermine chez la Carpe une augmentation statistiquement significative du taux plasmatique des 17-hydroxycorticostéroïdes. D'ailleurs FONTAINE & MOTAIS (1956) avaient montré que l'administration de glucoside de désoxycorticostérone (percotène) à de jeunes Anguilles entraîne dans certaines conditions, une résistance accrue aux solutions salines hypertoniques.

C'est alors que nous nous sommes demandés, à la faveur de ces modifications du milieu intérieur, quelles en étaient les conséquences sur la physiologie cardiaque. Dès 1945, LHOTTE démontre que lorsqu'une Civelles subit un transfert brusque dans une solution notablement plus concentrée en ions  $\text{Cl}^-$  que la solution qu'elle vient de quitter, cette variation de salinité entraîne chez cet individu un ralentissement du rythme cardiaque dû à une élévation du tonus vagal. De plus, nous avons montré (1960) que chez certains Téléostéens marins, le passage brutal de l'eau de mer à l'eau douce provoque une tachycardie précoce, suivie d'une bradycardie aboutissant à des anomalies électrocardiographiques importantes. Pour expliquer ces effets, une anoxie, une distention cardiaque possible et une altération des mécanismes osmo-régulateurs ont été envisagés. Dans le cadre de ce sujet, nous avons recherché quelles seraient les réactions électrocardiographiques des Poissons dulçaquicoles, et notamment de la Carpe, soumis à des variations de salinité en sel marin.

## TECHNIQUE

Nous opérons sur dix-huit Carpes miroirs d'un poids individuel d'environ 300 à 450 grammes. Chaque expérience est accompagnée d'une expérience témoin: soient deux sujets provenant d'un même lot placés côte à côte dans deux bacs en verre identiques aérés de la même façon par des filtres sur charbon fonctionnant sous air comprimé. L'ensemble de ce dispositif double est placé à l'obscurité; la température reste constante à un degré près, pendant la durée des mesures qui peut atteindre dans certains cas jusqu'à dix jours.



Dans ces conditions, les sujets immobilisés semblent être dans les meilleures conditions possibles.

Le dispositif électrocardiographique est celui que nous avons maintes fois décrit, c'est-à-dire avec électrodes isolées, sauf à leur extrémités, plantées dans la région précordiale et reliées aux enregistreurs placés dans une pièce contigüe. La fréquence des accidents électrocardiographiques est ainsi aisément mesurée, sans déranger les animaux en expérience.

On établit pour chaque expérience un graphique représentant les variations de fréquence des déflexions ventriculaires en fonction du temps.

Comment choisir la valeur de la concentration saline à employer?

Chez la Carpe transportée d'eau douce en eau salée, deux cas sont à considérer: Dans un premier cas, le point de congélation de la solution saline étant élevé ( $-0,90^{\circ}$ ), on observe une augmentation du nombre des hématies par déshydratation rapide et concentration de la masse sanguine. L'accroissement de salinité entraînant une chute très notable de la consommation d'oxygène soumet le Poisson à un état subasphysique, avec bradycardie, comme nous l'avons constaté, pouvant entraîner la mort. Dans un second cas, la solution moins concentrée, bien qu'encore hypertonique ( $-0,65^{\circ}$  environ) permet au sujet de bien résister.

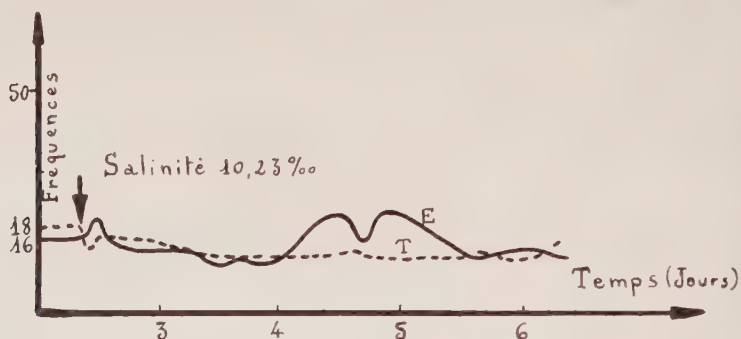
Nous avons donc choisi les concentrations de:  $10^0/_{00}$  en sel marin ( $\Delta = -0,63$ ) aux températures de  $18-19^{\circ}$  et  $21-23^{\circ}$  et  $6^0/_{00}$  aux températures de  $18^{\circ}$  et  $21-22^{\circ}$ .

## RESULTATS ET INTERPRETATIONS

La lecture du graphique no 1 établi d'après l'expérience no 30560 (salinité  $10,23^0/_{00}$ , température  $18,5^{\circ}$ ) permet de distinguer 3 phases électrocardiographiques.

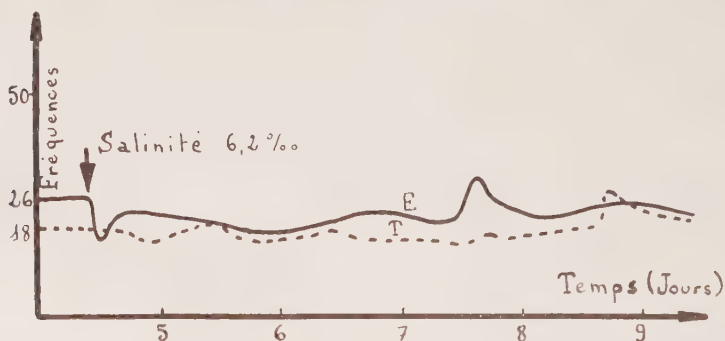
1°) *Une phase de tachycardie précoce et fugace*, apparaissant brutalement dès le contact établi entre la solution saline et le sujet. Pour expliquer cette élévation de fréquence des déflexions électrocardiographiques, il ne semble pas qu'il faille penser à une tachycardie d'origine asphyxique due à une anoxie tissulaire, qui ne devrait apparaître que durant la phase prémortelle, ni à une augmentation de la masse sanguine, mais à une action réflexe du type de celle décrite par RODIONOV (1959). En effet, cet auteur montre que chez les Poissons, la tachycardie peut apparaître à la suite d'excitations nerveuses. Des effets freinateurs ou stimulants peuvent être obtenus par voie réflexe à partir d'un même champ réceptif. VOLIALES (1958) admet que l'excitation des nerfs abdominaux peut produire aussi bien une

diminution qu'une augmentation du rythme de l'activité cardiaque. La réponse dépendrait de la quantité de fibres excitées et de l'intensité de la stimulation. En effet, il nous est arrivé d'obtenir pour d'autres sujets placés dans des conditions identiques une phase de



Graphique no. 1. - Expérience no. 30560. *Cyprinus carpio* L. Salinité en sel marin 10,23‰. Température: 18,5°. E = Sujet en expérience. T = Sujet témoin.

bradycardie précoce et brutale (voir graphique n° 2). Pour expliquer cette bradycardie ou cette tachycardie précoce et brutale, il semble donc que l'on puisse admettre l'influence d'effets obtenus par voie réflexe analogues à ceux décrits ci-dessus.



Graphique no. 2 - Expérience no. 50460. *Cyprinus carpio* L. Salinité en sel marin 6,2‰. Température: 18°. E = Sujet en expérience. T = Sujet témoin.

2°) Une phase de bradycardie durable qui paraît être liée à une altération branchiale de plus en plus marquée et qui entretiendrait, par suite d'une anoxie, cet effet bradycardique. En effet, la plupart des auteurs, comme nous venons de le signaler, ont montré que les variations de salinité s'accompagnent d'une diminution de la consommation d'oxygène.



Cette bradycardie serait donc le reflet d'une résultante d'origine périphérique et centrale.

Notons que si les sujets sont placés dans une solution fortement hypertonique (solution de sel marin ou ClNa technique, supérieure à 15<sup>0</sup>/<sub>00</sub>), la bradycardie est immédiate, forte et durable.

3°) *Une seconde tachycardie*, tardive cette fois, apparaissant seulement dans les 38 ou 48 heures qui suivent le changement de salinité. Cette tachycardie disparaît dans les jours qui suivent, la fréquence devenant progressivement normale.

Cette constatation est à rapprocher des résultats acquis dès 1946 par FONTAINE & CALLAMAND qui montrèrent, chez la Carpe, que pour les concentrations en ClNa utilisées, on obtenait aussi dans les 48 heures succédant au changement de salinité, une chute importante du nombre d'hématies, suivie d'un retour à la normale. D'après ces auteurs, le mécanisme en était le suivant dans le cas des solutions salines peu concentrées ( $-0,60^{\circ}$  et  $-0,65^{\circ}$ ): la soustraction d'eau provoquée par le jeu des forces osmotiques entraîne une sensation de soif et le sujet boit. La Carpe boit donc de l'eau salée et la concentration moléculaire du milieu intérieur s'élève progressivement jusqu'à ce que l'équilibre entre les deux milieux soit réalisé. La masse sanguine augmente donc. Peut-on prendre en considération d'une part l'existence de cette tachycardie tardive et d'autre part l'augmentation de cette masse sanguine? Peut-on établir un parallélisme entre ces deux phénomènes et concevoir l'apparition d'un réflexe peut-être analogue à celui décrit par BAINBRIDGE (1915), mis en évidence chez les Mammifères et déclenché par une élévation de la pression sanguine au niveau de l'oreillette droite. L'augmentation de la masse sanguine chez la Carpe est-elle donc à l'origine de cette tachycardie?

Des expériences préliminaires sur lesquelles nous reviendrons très prochainement nous ont déjà montré qu'une augmentation de pression au niveau du sinus provoque bien une tachycardie réflexe.

Que se passe-t-il lorsque la concentration saline et la température du milieu varient?

Les réactions des sujets sont aisément concevables.

En effet, les variations des fréquences cardiaques à 18° sont moins importantes à la concentration de 6,2<sup>0</sup>/<sub>00</sub> en sel marin qu'à la concentration de 10<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (voir graphique n° 2).

Si la température du milieu augmente, les réactions obtenues sont celles que l'on observerait pour des concentrations plus élevées. Des solutions salines à 10,2<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, à la température de 22—23°, font disparaître chez les Carpes, la troisième phase; tout se passe comme si le sujet était placé dans un milieu plus concentré, dans ce cas la bradycardie secondaire persiste et détermine la mort du sujet.

RAFFY (1952) a constaté que chez de petites Carpes placées en eau salée, le refroidissement ralentit la déshydratation, tandis que l'élévation de la température abrège la survie et accélère le départ d'eau à la manière d'une solution plus concentrée en sel. Dans ces conditions, il ne semble pas qu'il faille prendre en considération une augmentation de la masse sanguine, car chez la Carpe, cette augmentation n'apparaîtrait, selon les précisions données par FONTAINE & CALLAMAND, que pour des concentrations en sel inférieures à 15<sup>0</sup>/<sub>00</sub>.

## CONCLUSIONS

Le passage brutal de l'eau douce dans une solution de sel marin de concentration proche de 10<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, et à la température voisine de 18° déclenche chez *Cyprinus carpio* L. une tachycardie précoce et inconstante suivie d'une bradycardie, puis d'une tachycardie secondaire et tardive qui apparaît 36 à 48 heures après le changement de salinité. Plusieurs hypothèses de travail ont été émises, pour expliquer les diverses réactions enregistrées, à savoir, un contact entre le sel responsable et l'animal, (les zones branchiales étant très sensibles), une anoxie, et un réflexe très probable déclenché par une augmentation de la masse sanguine.

## BIBLIOGRAPHIE

- BAINBRIDGE, F. A. - 1915 - The influence of venous filling upon the rate of the heart. *J. Physiol.*, 50, 65—84.
- BERT, P. - 1871 - Sur les phénomènes et les causes de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 73, 382—83, 464—467.
- 1883 - Sur la cause de la mort des animaux d'eau douce que l'on plonge dans l'eau de mer et réciproquement. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, 93, 133—136.
- CORDIER, D. & LEBLANC, M. - 1955 - Influence du passage de l'eau de mer à l'eau douce sur les échanges respiratoires et l'absorption intestinale du glucose chez la Rascasse (*Scorpaena porcus* L.). *J. Physiol., Paris*, 47, 719—724.
- CORDIER, D. & MAURICE, A. - 1957 - Influence du passage de l'eau douce à l'eau salée sur les échanges respiratoires et l'absorption intestinale du glucose chez la Tanche (*Tinca vulgaris* L.). *Acta physiol. pharmacol. néerl.*, 6, 431—439.
- DUVAL, M. - 1925 - Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Modifications sous l'influence du milieu extérieur. *Thèse Sc. Nat. Paris, Blondel la Rougery Paris*.
- FONTAINE, M. & BOUCHER-FIRLY, S. - 1932 - Influence des changements de salinité sur la teneur en phosphore minéral du sérum des Poissons. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 109, 1271—1273.



- FONTAINE, M. & CALLAMAND, O. - 1946 - Sur les modifications du milieu intérieur des Poissons au cours des changements de salinités et leur interprétation. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 222, 198—200.
- FONTAINE, M. & MOTAIS, R. - 1956 - Influence du glucoside de désoxycorticostérone sur l'halotropisme de la jeune anguille (Civelle) et sa résistance aux eaux de mer sursalée. *C. R. Acad. Sci., Fr.*, 242, 1359—1361.
- JULLIEN, A., CARDOT, J., RIPPLINGER, J., MARCOT, M. & DURYM - 1957 - Contribution à l'étude de la survie de Poissons d'eau douce dans des solutions salines simples ou équilibrées. *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs*, 61, 131—172.
- LELOUP-HATEY, J. - 1959 - Influence du passage direct de l'eau douce à une solution saline équilibrée isotonique à l'eau de mer ( $\Delta = -2^\circ$ ) sur la teneur en 17-hydroxycortéroïdes du plasma d'un Téléostéen sténohalin: la Carpe (*Cyprinus carpio* L.). *C. R. Soc. Biol. Paris*, 153, 206—210.
- RAFFY, A. - 1952 - Influence des variations de la température sur l'osmorégulation de petites carpes en eau douce et en eau salée. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 146, 908—910.
- RAFFY, A. - 1956 - Résistance de *Blennius gattorugine* L. à la dessalure. *C. R. Soc. Biol. Paris*, 150, 2118—2120.
- RODIONOV, I. M. - 1959a - Régulation réflexe de l'action du coeur chez les Poissons: les influences réflexes sur le coeur lors de l'excitation des fibres afférentes du mésentère et de l'intestin. (en russe). *Bull. Biol. Méd. exp.*, 47, 3—6.
- RODIONOV, I. M. - 1959b - Régulation réflexe de l'activité du coeur chez les Poissons Influences réflexes sur le coeur et les vaisseaux de l'intestin lors de l'excitation des barorécepteurs des vaisseaux abdominaux. (en russe). *Bull. Biol. Méd. exp.* 1959, 47, 11—15.
- SERFATY, A. & LABAT, R. - 1960 - Accidents cardiaques et variations brusques de salinité chez les Poissons Téléostéens marins. *Hydrobiologia*, 15, 293—308.
- VESELOV, E. A. - 1958 - Influence de la salinité du milieu extérieur sur l'intensité de la respiration des Poissons. (en russe). *Zool. Zhurnal*, 28, 85—98.
- VOLIALES, U. S. - D'après l'article de I. M. RODIONOV, 1959b.

Laboratoire de Biologie Animale de la  
FACULTE des SCIENCES de TOULOUSE  
(Professeur SERFATY)  
38, rue des 36 Ponts

# Zur Planktonkunde Spitzbergens. 2.

von

KUNO THOMASSON

(Växtbiologiska Institutionen, Uppsala)

(mit 2 Fig.)

Im Laufe der letzten Jahre ist Spitzbergen von einer grossen Zahl wissenschaftlicher Expeditionen zu verschiedenen Zwecken besucht worden. Manche von ihnen haben Planktonsammlungen heimgebracht. Wenn wir auch bereits über eine ganze Menge von Informationen über das Süsswasserplankton der Wasserläufe auf Spitzbergen verfügen, kann man trotzdem unser Wissen auf diesem Gebiet kaum als hinreichend betrachten. Das beruht teils darauf, dass die Proben in den meisten Fällen nur neben anderen Aufgaben eingesammelt worden sind, teils darauf, dass viele Plankter in diesen Gewässern sehr spärlich vorkommen und somit in den erbeuteten Sammlungen nur sehr wenig zahlreich oder gar nicht vertreten sind. Da selten Boote zur Verfügung standen, sind die meisten Proben vom Strand aus gesammelt worden, was sowohl für Qualität als auch Quantität der Proben von Nachteil ist. Jedoch sind diese, oft sehr ärmlichen Proben trotz aller dieser Mängel von Interesse, da sie uns dazu helfen, uns vom Leben in den arktischen Binnengewässern eine Auffassung zu bilden. Diese Vergesellschaftungen von Limnoplankton, die man als im Übergang zwischen Eis und Wasser vorkommend bezeichnen könnte, sind sehr arm an Arten und Individuen. Den nächsten Vergleich erboten die Planktongemeinschaften der hochalpinen Seen. Mit diesen stehen jedoch oft die Heleoplanktongemeinschaften in Kontrast, die auf Spitzbergen oft ein quantitativ recht gut ausgebildetes Plankton aufweisen, das auch in seiner artlichen Zusammensetzung ein höheres Trophie-Niveau widerspiegelt als das der Seen. Dies beruht teilweise auf der effektiveren Erwärmung, teilweise auf der Auxotrophierung durch die Exkreme der Wasservögel. Entsprechende Verhältnisse trifft man auch im Hochgebirge an.

Ein Vergleich der Planktongemeinschaften in den Wasserläufen



Spitzbergens z.B. mit den Seen des Gebietes um Abisko im nördlichsten Schweden zeigt wenig Gemeinsames, da die letztgenannten Seen grössere Übereinstimmung zeigen mit solchen im nördlichen Nadelwaldgebiet als mit den arktischen Planktongesellschaften.

Der vorhergehende Bericht behandelte das Plankton der Binnengewässer im nordöstlichen Spitzbergen, in dem vorliegenden sollen die Planktongemeinschaften in einigen Wasserläufen des westlichen Spitzbergen beleuchtet werden. Diese Notizen gründen sich auf einige der Proben, die im Laufe der Schwedischen Kulturhistorischen Expedition nach West-Spitzbergen im Sommer 1960 durch Mag. E. NORLING eingesammelt wurden. Das Material wurde im Zusammenhang mit den Feldarbeiten bei Russekeila im See Linnévatnet und in Weihern zwischen diesem See und Russekeila gesammelt. Ausser dem Planktonmaterial wurden eine Serie von Benthosproben geborgen, die sich in Bearbeitung befinden.

Über die Naturverhältnisse der Westküste Spitzbergens gibt OLOFSSON, 1918, S. 186—196, eine Übersicht. Hier möge nur hervorgehoben werden, dass die eisfreie Zeit etwa 1—3 Monate dauert und dass die Temperatur in den grösseren Wassersammlungen auf 10—12° und in seichten Kleingewässern bis auf 16° steigen kann. Natürlicherweise fehlt hier der für Kleingewässer im Hochgebirge charakteristische tägliche Temperaturwechsel.

Der See Linnévatnet liegt an der Südseite des Eisfjord, bei dessen Mündung, ca 4 km westlich von Kap Linné. Er liegt im Linné-Tal, das ein Gletscherbachtal ist, und seine Höhe ü. d. M. beträgt nur 4 m. Der See ist etwa 4,8 km lang und 1,3 km breit, seine Langseiten werden von ziemlich steilen Berghängen begleitet. In der Probe, die am 26. Juli 1960 eingesammelt wurde, dominiert *Keratella hiemalis*. Nach dieser Probe zu urteilen ist das Plankton in Linnévatnet, besonders das Phytoplankton, sowohl qualitativ als quantitativ sehr ärmlich. Seine Zusammensetzung geht aus nachstehender Liste hervor.

<i>Campylodiscus noricus</i> v. <i>hibernica</i>	<i>Staurastrum arcticon</i>
<i>Cyclotella antiqua</i>	<i>Argonotholca foliacea</i>
<i>C. comta</i>	<i>Keratella cochlearis</i>
<i>C. kuetzingiana</i> v. <i>schumannii</i>	<i>K. hiemalis</i>
<i>Diatoma elongata</i>	<i>Lecane ligona</i>
<i>Fragilaria crotonensis</i>	<i>Notholca squamula</i> - OLOFSSON,
<i>Melosira islandica</i>	1918, Abb. 64.
<i>Meridion circulare</i>	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
<i>Synedra acus</i>	<i>Synchaeta lakowitziana</i>
<i>S. ulna</i>	<i>Cyclops vicinus</i>
<i>Tabellaria flocculosa</i>	

Es muss bemerkt werden, dass in der Probe mehrere leere Schalen von *Kellicottia longispina* vorkamen, doch ist es mir nicht gelungen, ein Tier zu finden, das zur Zeit der Probenahme lebend gewesen sein könnte. Sämtliche in der Probe vorhandenen Individuen von *Keratella hiemalis* haben einen sehr dünnen und hyalinen Panzer, im Gegensatz zu der dick gepanzerten Population in dem folgenden Wasserlauf.

Die nun folgenden Proben repräsentieren kleine Wasserläufe zwischen Linnévatnet und der Küste. Die erste stammt aus einem der Borgdammarne (dammarne = Weiher), der etwa 1 km ONO vom Nordende des Linnévatnet und etwa 1,5 km südöstlich von Russekeila gelegen ist. Es ist ein kleiner Weiher im Tal des Isälven. Die am 1. August 1960 eingesammelte Planktonprobe enthält reichlich Phytoplankton, das in hohem Grad von *Gloeococcus schoeteri* dominiert wird; *Cosmarium turpinii* und *Keratella hiemalis* können als subdominant bezeichnet werden. Die qualitative Zusammensetzung des Planktons ist wie folgt:

<i>Aphanothece clathrata</i>	<i>Cosmarium pseudoholmii</i>
<i>Peridinium williei</i>	<i>C. subcrenatum</i>
<i>Gloeococcus schoeteri</i>	<i>C. turpinii</i>
<i>Botryococcus braunii</i>	<i>C. turpinii</i> v. <i>eximium</i>
<i>Coelosphaerium microporum</i>	<i>Staurostrum bieneanum</i> f. <i>spetsbergensis</i>
<i>Oocystis pusilla</i>	<i>S. furcigerum</i>
<i>Pediastrum boryanum</i>	<i>Argonotholca foliacea</i>
<i>Closterium ehrenbergii</i>	<i>Keratella hiemalis</i>
<i>Cosmarium bioculatum</i> - NORDST., 1875, Abb. 8.	<i>Lepadella patella</i>
<i>C. biretum</i> v. <i>trigibberum</i> - NORDST., 1875, Abb. 19.	<i>Polyarthra dolichoptera</i>
<i>C. laeve</i>	<i>Daphnia pulex</i>
<i>C. ochthodes</i>	<i>Cyclops vicinus</i>

Die folgenden zwei Weiher liegen etwa 1,5 km östlich von der Mündung des Linnéalven in den Eisfjord, am Ostrand von Vardeborgsletta. Obwohl beide im Laufe des Frühlings von einem kleinen, in die Solovjetski-Bucht mündenden Bach durchflossen werden, und sie nur etwa 200 m von einander entfernt liegen, zeigen sie recht verschiedenartige Planktongemeinschaften.

In dem einen Weiher, der etwa 1,5 km östlich von Russekeila liegt, dominierte am 29. August 1960 *Diatoma elongata* unter den Planktern. Im übrigen war das Plankton arm an Arten und die Mehrzahl der unten angeführten Arten sind tychoplanktischer Natur.



*Diatoma elongata*  
*Pediastrum boryanum*  
*Cosmarium botrytis*  
*C. laeve*  
*C. ochthodes*  
*C. pseudoholmii*  
*C. pulcherrimum* v. *boreale*

*Cosmarium punctulatum*  
*C. subquasillus*  
*Ophrys versatile*  
*Colurella hindenburgi*  
*Notholca squamula*

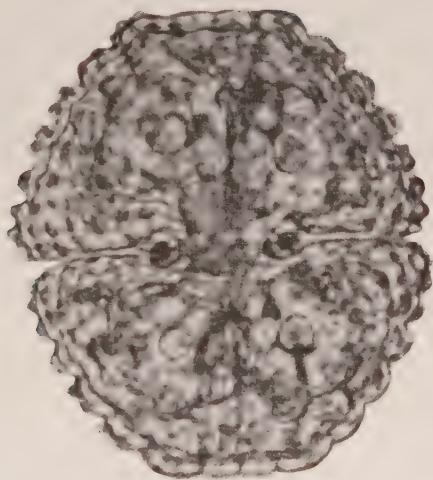


Abb. 1. *Cosmarium subquasillus* BOLDT, Länge 68  $\mu$ , Breite 60  $\mu$  vgl. KOSSINSKAJA, 1936, Tafel 3, Abb. 4.

Es soll bemerkt werden, dass das in den vorliegenden Proben vorkommende *Cosmarium ochthodes* nicht mit der durch KRIEGER, 1938, Tafel 1, Abb. 30, abgebildeten Form identisch ist, die nur mit Zögern als zu *C. ochthodes* gehörig betrachtet werden kann.

Der andere Weiher liegt etwa 1 km ostnordöstlich vom Nordende des Linnévatnet. Im Plankton, das ziemlich reich war, dominierte am 4. August 1960 *Dinobryon sociale* var. *americanum* und unter den Rotatorien *Kellicottia longispina* und *Polyarthra dolichoptera*. *Keratella hiemalis* kann als subdominant bezeichnet werden. Die Zusammensetzung des Planktons geht aus der nachstehenden Liste hervor.

*Nostoc kihlmanii*  
*Dinobryon sociale* v. *americanum*  
*Campylodiscus noricus* v. *hibernica*

*Melosira juergensii*  
*M. varians*

*Synedra ulna*  
*Tabellaria flocculosa*  
*Gloeococcus schroeteri*  
*Pediastrum boryanum*  
*P. boryanum* v. *longicorne*  
*Cosmarium botrytis*

*Cosmarium depressum*

*C. pseudoholmii*

*C. tetraophthalmum*

*C. turpinii* f. KRIEGER, 1938,

Tafel 1, Abb. 25.

*Argonotholca foliacea*

*Kellicottia longispina*

*Keratella cochlearis*

*K. hiemalis*

*Lepadella patella*

*Notholca squamula*

*Polyarthra dolichoptera*

*Chydorus sphaericus*

*Cyclops vicinus*

Ausser den oben genannten Organismen bemerkte man in dieser Probe auch das Vorkommen steriler Fäden von *Zygnema* und *Spirogyra*. Von Interesse ist die Beobachtung, dass in dieser Probe grosse Mengen von *Kellicottia longispina* vorkommen, die von OLOFSSON (op. cit.) am Eisfjord nicht angetroffen worden war. Die in Rede

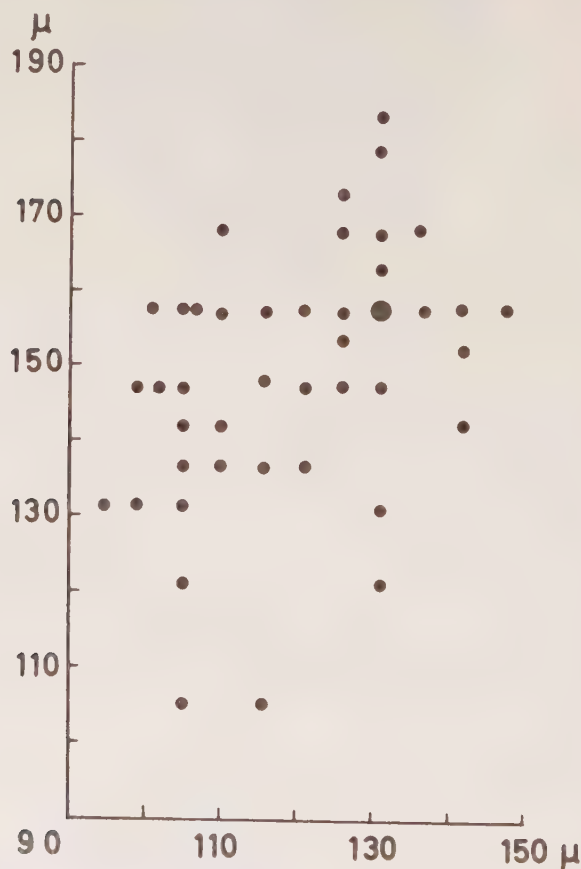


Abb. 2. Die Messungen an *Polyarthra dolichoptera* Abszisse - Körperlänge, Ordinate - Länge der Lateralanhänge.



stehende Population ist durch den elegant gebogenen Hinterstachel charakterisiert.

*Keratella cochlearis*, von welcher man vom Nordostland nur ein paar Schalen verzeichnet hatte, kommt in zwei der oben behandelten Proben, jedoch nicht in grösserer Anzahl, vor.

Kürzlich hat PEJLER (1956) die Frage nach dem Vorkommen introgressiver Hybridisierung bei planktischen Rädertieren, darunter auch zwischen *Polyarthra vulgaris* und *P. dolichoptera*, behandelt. Es ist zu bedauern, dass sich diese Studien auf ein merkwürdig kleines Material stützen, das kaum für eine biologische Variationsanalyse ausreicht. Obwohl es kaum möglich ist, genetische Schlüsse zu ziehen, kann man dennoch die Möglichkeit des Vorkommens von introgressiver Hybridisierung bei Rädertieren nicht ausschliessen. Aus diesem Grunde wurden 100 Individuen aus dem zuletzt genannten Weiher, in dem sie am reichlichsten vorkamen, einer biometrischen Analyse in Bezug auf die Länge von Körper und Lateralanhängen unterzogen. Die Messungen, die an konserviertem Material ausgeführt wurden, zeigten deutlich, dass die fragliche Population aus reiner *Polyarthra dolichoptera* besteht, da die Masse gut in die Variationsamplitude dieser Art passen; vgl. CARLIN 1944, Abb. 12, und NIPKOV, 1952, S. 172. Die Resultate der Messungen sind in der nebenstehenden Abb. 2 illustriert, in der natürlich aus reproduktionstechnischen Gründen einander deckende Punkte ausgeschlossen worden sind. Der Schwerpunkt des Diagrammes ist durch einen kräftigen Punkt markiert. Die auftretende Variation dürfte auf dem verschiedenen Alter der Individuen und dem verschiedenen Grad von Kontraktion bei der Konservierung beruhen.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- BÖCHER, T. W., - 1949 - Climate, soil, and lakes in continental West Greenland in relation to plant life. *Medd. Grönland*, 147.
- CARLIN, B., - 1943 - Die Planktonrotatorien des Motalaström. *Medd. Lunds Univ. limnol. Inst.*, 5.
- FUKUSHIMA, H., - 1959 - General report on fauna and flora of the Ongul Island, Antarctica, especially on freshwater algae. *J. Yokohama Munic. Univ., Ser. C.*, 31.
- KOSSINSKAJA, C., - 1936 - Desmidiën der Arktis. *Acta Inst. Bot. Acad. Sci. URSS, Ser. 2.*, 3.
- KRIEGER, W., - 1938 - Süßwasseralgen aus Spitzbergen (*Conjugatae* und *Chlorophyceae*). *Ber. dtsch. bot. Ges.*, 56.
- LIVINGSTONE, D. A., BRYAN, K. & LEAHY, R. G., - 1958 - Effects of an arctic environment on the origin and development of freshwater lakes. *Limnol. & Oceanogr.*, 3.
- NIPKOW, F., - 1952 - Die Gattung *Polyarthra* im Plankton des Zürichsees und einiger anderer Schweizer Seen. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 14.

- NORDSTEDT, O., - 1872 - *Desmidiaceae ex insulis Spetsbergensibus et Beeren Eiland in expeditionibus annorum 1868 et 1870 suecanis collectae. Öfvers. svenska Vetensk.-Akad. Förhandl.*, 1872.  
1875 - *Desmidiaceae arctoe. Öfvers. svenska Vetensk.-Akad. Förhandl.*, 1875.
- OLOFSSON, O., - 1918 - Studien über die Süßwasserfauna Spitzbergens. *Zool. Bidr. Uppsala*, 6.
- PEJLER, B., - 1956 - Introgression in planktonic rotatoria with some points of view on its causes and conceivable results. *Evolution*, 10.
- THOMASSON, K. - 1958 - Zur Planktonkunde Spitzbergens. *Hydrobiologia*, 12.

# Une oasis aquatique à faune relique dans la Plaine du Danube inférieur

par

L. BOTOSANEANU & ST. NEGREA

(Bucarest)

(avec 12 figs.)

La Roumanie est une „terra felix” pour l’hydrobiologiste; mais l’on considère de coutume, et à juste titre, la Plaine du Danube Inférieur comme représentant une exception à cela, comme d’ailleurs la Dobrogea. Ce travail montrera qu’il y a aussi des exceptions intéressantes à cette exception.

La Plaine du Danube Inférieur (connue aussi sous le nom de Plaine Roumaine ou Plaine de Valachie) occupe le Sud du pays; sa limite septentrionale est tracée par les hauteurs des Soucarpates, tandis que le Danube constitue sa limite méridionale. C’est une immense étendue plane, pratiquement dépourvue d’accidents de relief, et dont les hauteurs ne dépassent en général pas 100 m, pouvant descendre jusqu’à 20—30 m au-dessus du niveau de la mer. Le climat de la Plaine Roumaine est continental-excessif; il se caractérise par des hivers très durs à neige abondante, par des étés torrides, parfois extrêmement secs, parfois à précipitations abondantes; un vent venant de l’Est — le Crivetz — balaye été et hiver cette plaine monotone, soulevant des nuages gigantesques de poussière pendant l’été, apportant le souffle glacé de la steppe russe pendant l’hiver. La végétation est typique de steppe. Actuellement, la Plaine Roumaine est, dans sa presque totalité, un immense champ labouré, représentant une des bases céréalières les plus importantes d’Europe, et la végétation de steppe n’est plus représentée que par des lambeaux peu importants.

Il n’est pas possible de considérer la Plaine Roumaine comme région pauvre au point de vue du réseau hydrographique, car elle est parcourue en direction N-S ou NW-SE par un grand nombre de rivières plus ou moins importantes, ayant leur origine dans les massifs des Carpates Méridionales; mais, se faisant route à travers la couverture de loess de cette plaine assoiffée comme une éponge, ces rivières finissent par modifier considérablement leurs particularités, en devenant des eaux paresseuses, dont les eaux troubles s’écoulent sur un substrat vaseux ou sablonneux, à régime thermique extrêmement variable, et dont le débit est à son tour profondément influencé par les conditions climatiques. L’on doit ajouter une série de cours d’eau ayant leur origine dans la Plaine même, ou bien à sa limite Nord; si, dans leur cours supérieur, ces rivières jouissent de conditions favorables, elles finissent par ressembler aux premières, devenant des objets d’étude trop peu tentants aux jeux de l’hydrobiologiste.



La situation que nous venons d'esquisser n'a pas toujours été la même. Le fait est bien connu que des régions de très grande étendue de la Plaine du Danube Inférieur étaient, jusqu'à une époque historique récente, couvertes par des forêts énormes et touffues („Codri") et que même les zones non couvertes par cette forêt étaient pratiquement à l'abri des influences humaines. Jouissant de la protection offerte par ces forêts imposantes de chêne, le réseau hydrographique avait sans doute un aspect différent d'aujourd'hui. L'eau phréatique sortait abondamment à jour le long des vallées et des vallons qui traversaient la forêt, formant d'innombrables sources et ruisseaux sténothermes, que des ruisseaux plus grands collectaient à leur tour. La protection excellente offerte par la forêt déterminait une grande stabilité des conditions d'existence dans ce riche réseau hydrographique, et si l'on y ajoute l'existence de substrats fort variés et de riches sources trophiques, on constate que les conditions étaient réunies pour que ce réseau lotique soit habité par une flore et une faune riches et variées.

Par suite de la mise en friche systématique des forêts de la Plaine Roumaine et de l'extension impétueuse de l'agriculture, mise en friche et extension qui étaient pratiquement réalisées après le milieu de XIX<sup>e</sup> siècle, le réseau hydrographique de cette région avait subi des modifications considérables. Le niveau des eaux phréatiques en baisse permanente avait déterminé la disparition de nombreux complexes de sources et d'eaux à caractère sténotherme, ainsi que la diminution du débit et l'eurythermisation accentuée d'autres eaux. L'existence passée d'abondantes sorties à jour d'eau phréatique dans des régions souffrant aujourd'hui de pénurie d'eau, n'est plus marquée que par des noms de villages. Manque de protection vis-à-vis des facteurs climatiques, uniformisation graduelle des substrats des biotopes aquatiques, appauvrissement parallèle des sources trophiques, activité de plus en plus énergique de l'homme, voici les facteurs ayant abouti à la destruction de certaines biocénoses, à l'appauvrissement et à l'uniformisation de certaines autres, sans doute aussi à l'élimination des espèces les plus sténothermes et sténobytonnes, qui avaient pu jadis établir ici des „avantpostes" de leurs aires de répartition montanes ou submontanes.

Pour retrouver encore quelque chose de la flore et de la faune aquatique de la Plaine Roumaine antérieure à la destruction de la forêt, il faut naturellement se diriger vers des ceux biotopes aquatiques ayant gardé des relations directes avec les nappes phréatiques et ayant de cette façon échappé dans une plus grande mesure à l'influence néfaste des conditions régnant à la surface; il s'agit des sources. Ce fut d'ailleurs la raison principale qui nous amena, il y a quelque temps, à commencer une étude intensive de la biologie des sources de la partie centrale de la Plaine Roumaine (comprise entre la Plapcea à l'Ouest, la Dimbovitza à l'Est, le Danube au Sud, et une forte „ligne de sources" au Nord). Plusieurs centaines de sources des types les plus divers furent étudiées; les unes se montrèrent dépourvues d'intérêt, tandis que d'autres, jouissant d'une protection plus efficace et d'autres conditions physiographiques favorables, s'avérèrent peuplées par une faune contenant aussi quelques éléments intéressants. Mais la découverte du grand complexe de sources faisant l'objet de cette note, représente sans doute la réalisation la plus intéressante de cette étude, car elle soulève des problèmes présentant de l'intérêt pour la limnologie d'Europe en général. Cette station et sa faune étaient absolument inconnues jusqu'à l'heure actuelle.



Photo 1. Vue de la région; les terres labourées s'avancent jusqu'en proximité immédiate du complexe, marqué par les touffes de saule, aulne, etc.



Photo 2. Détail de la photo précédente.



Photo 3. Image de la saulaie couvrant le complexe de sources.



Photo 4. Une source „limnocrène”.



Le complexe hydrographique dont il est question ici a les coordonnées géographiques suivantes: 44°31' lat. N., 25°30' long. E (Greenwich), environ 100 m alt. Il est situé dans la vallée du Neajlov, entre les villages Corbii Ciungi et Corbii Mari, à 50 km environ WNW de Bucarest. Les ruisseaux drainant l'eau du complexe sont des affluents gauches du Neajlov, à son tour affluent de l'Argesch. Le complexe occupe une assez grande superficie dans la terrasse gauche du Neajlov, à une distance de quelques centaines de mètres seulement du lit de cette rivière. Le gravier alluvionnaire de cette terrasse est d'ailleurs apparent dans de nombreuses sources, représentant un substrat important pour la flore et la faune.

L'aspect de la région environnante est typique pour la Plaine du Danube Inférieur: même étendue plane paraissant sans fin, sans d'importants accidents de relief, mêmes champs labourés s'avancant jusqu'au bord des sources et des ruisseaux, rarement interrompus par une touffe de saules ou de robiniers. Le complexe — les terres labourées qu'il englobe y compris — occupe une surface de 100.000 m<sup>2</sup> environ. Deux aspects de la région sont rendus par les photos 1 et 2.

La sortie à jour de l'eau phréatique est exceptionnellement abondante pour la Plaine Roumaine. Des graviers alluvionnaires de la terrasse inférieure du Neajlov, l'eau sort à jour sur un front en fer-à-cheval, dont la longueur est de 600 m environ. Il convient de signaler qu'un forage exécuté en proximité des sources, s'est soldé par la naissance d'un puits artésien à débit relativement fort. Le nombre des sources est très grand, mais nous ne pouvons donner qu'un chiffre fort approximatif (60—80) car les plus nombreuses sont des hélocrènes dont il est difficile de distinguer les limites. Les sources frontales du complexe sont les plus nombreuses, mais certaines autres sont placées sur le trajet des ruisselets collecteurs, parfois même près de leur confluence avec le Neajlov.

Généralement parlant, il est possible de distinguer des sources „réocrènes”, „limnocrènes” et „hélocrènes”.

Les sources „réocrènes” (photos 5, 6) ne sont pas très nombreuses, mais, en tout cas, les plus intéressantes au point de vue faunistique. Dans chacune de ces sources l'eau sort à jour dans une niche en fer-à-cheval, large de 1—3 m, située à la limite entre la terre ferme et le complexe de sources. Le débit est petit ou même insignifiant, il se forme toujours un ruisselet dont l'eau coule de façon à peu près imperceptible au fond d'un vallon large de 1—3 m, pour confluer, après avoir parcouru une distance de quelques mètres, avec celle d'autres sources et ruisselets. Substrat varié et caractéristique: le lit est presque partout tapissé par le gravier alluvionnaire blanc, de dimensions moyennes ou réduites; un tapis



Photo 5. Une source „réocrène”.



Photo 6. Détail d'une autre source réocrène”, avec gravier et végétation hygrophile luxuriante.

de mousses et d'hépatiques est installé sur ce gravier, et il représente à son tour le substrat pour une abondante végétation de fougères, d'équisétacées et de phanérogames hygrophiles; on rencontre partout dans le lit des sources des fragments végétaux grands ou petits (branches, morceaux d'écorce), provenant de la saulaie<sup>1)</sup> qui couvre les sources. Celles-ci ont d'abord très peu d'eau, mais la quantité de celle-ci augmente graduellement, car l'apport d'eau phréatique est distinct partout sur le trajet, ce qui donne à cette sorte de sources, dans leurs portions finales, l'aspect de petits ruisselets agrestes. Ce qui est caractéristique est le fait que la majeure partie du substrat *proémine au-dessus de l'eau*, tout en étant imbibé par celle-ci. A cours du printemps, surtout quand la végétation hygrophile n'a pas encore eu le temps de tout ensevelir, l'aspect des sources réocrènes est très agréable, elles ressemblent parfaitement aux sources réocrènes des hautes altitudes.

Les sources „limnocrènes” (photo 4) sont toujours le résultat de l'activité de l'homme, qui en détruisant une série de réocrènes, les a transformées en des „fosses” plus ou moins grandes, d'où l'on puise de l'eau à des fins diverses. L'eau semble stagnante dans ces „fosses”, mais leur émissaire prouve le contraire; quelques-unes atteignent 2—3 m en diamètre, d'autres sont beaucoup plus petites, leur fond est vaseux, la végétation se réduit à quelques phanérogames hygrophiles, et la „fosse” est parfois envahie par *Potamogeton gramineum*.

Les sources hélocrènes (1a photo 7 en représente un détail: coussins de mousses, petits tas de gravier, flaques d'eau, végétation hygrophile supérieure) forment des complexes plus ou moins étendus, dans lesquels les limites entre des sources différentes sont parfois tout à fait indistinctes. La présence de tels complexes hélocrènes se trahit d'habitude par des „clairières” dans la saulaie; ces clairières sont occupées par d'assez grandes étendues de mousses et d'hépatiques (couvrant parfois des dizaines ou des centaines de m<sup>2</sup>) imbibées d'eau jusqu'à saturation. Si l'on élimine ce tapis épais, on arrive au substrat de gravier alluvionnaire, à son tour installé, par endroits, sur une couche de tourbe pouvant atteindre une épaisseur de 1 m. Ainsi, le complexe hydrographique de Corbii Ciungi représente un marais tourbeux eutrophe, biotope rarissime dans la Plaine Roumaine.

Dans le complexe hydrographique de Corbii Ciungi, les trois types de sources se côtoient; les ruisselets qui assurent leur drainage forment parfois un réseau très serré, mais dans d'autres cas, l'eau de certaines sources s'étale sur une surface plane d'une certaine étendue, et il se forme de la sorte un „marécage de sources” (= Quellsumpf”),

---

<sup>1)</sup> Nous faisons usage de ce terme, mais il s'agit en réalité d'un „taillis” composé de plusieurs essences (voir plus loin).





Photo 7. Aspect d'une source „hélocrène", vue d'en haut.



Photo 8. Un des ruisseaux collecteurs, dans son cours supérieur.

où l'eau peut atteindre quelques dizaines de centimètres de profondeur; le substrat est sablonneux ou vaseux, et il se développe une luxuriante végétation submergée ou non (*Cardamine amara* L., par exemple).

En fin de compte, le complexe frontal constitué par des dizaines de sources, ruisselets, surfaces torficoles, est drainé par deux ruisseaux collecteurs qui transportent l'eau vers le Neajlov. Chacun de ces ruisseaux est long d'un kilomètre environ, le cours étant fortement méandré. Le débit des ruisseaux est considérable, dès le point où ils quittent le complexe frontal; il est surprenant de trouver dans la Plaine du Danube Inférieur de tels ruisseaux alertes, dont l'eau est parfaitement cristalline, le lit tapissé de sable ou de gravier non colmaté par la vase, et où la végétation abonde en bryophytes. D'ailleurs, le débit est relativement constant durant l'année et il augmente sur le trajet grâce à l'apport permanent d'eau phréatique. A mesure que l'on s'approche du point de confluence, les vallons des deux ruisseaux se retrécissent, devenant aussi plus profonds; le lit, large de 2—4 m au début, se retrécit jusqu'à 1 m. Substrats fort variés: le lit est tapissé, dans les premières centaines de mètres, de sable mélangé à des fragments végétaux petits et grands en quantité, tandis que dans les portions finales le substrat dominant est un gravier grossier.

Comme nous l'avons déjà montré, la région où se trouve placé notre complexe de sources, a un aspect assez désolé, étant complètement déboisée. Contrastant vivement avec ce paysage, une saulaie d'assez grande étendue, très touffue, presque impénétrable même par endroits, couvre la majeure partie du complexe frontal, suivant ensuite de près le cours des deux ruisseaux collecteurs jusqu'à leur confluence avec le Neajlov (photos 1, 2, 3). Cette „saulaie" représente une association de *Salix fragilis* L., *Salix cinerea* L., *Alnus glutinosa* (L.) GÄRTN., *Viburnum opulus* L., *Rhamnus frangula* f. *latifolia* DIPP., *Lygustrum vulgare* L., *Corylus avellana* L., *Evonymus verrucosa* SCOP., *Cornus sanguinea* L. L'importance de cette formation est considérable pour le maintien dans cette station de biotopes sténothermes d'eau froide habités par des biocénoses correspondantes. C'est cette saulaie touffue qui assure — faute de forêt — la protection de ces biotopes envers l'insolation excessive, le vent meurtrier, les inondations provoquées par des précipitations abondantes, et c'est cette même formation qui représente une source trophique de premier ordre pour la population animale. Faute d'une telle protection, d'autres complexes de sources de la Plaine Roumaine, à débit tout aussi grand, se sont montré beaucoup moins remarquables que celui dont nous nous occupons ici.

Le complexe est envahi par une végétation de cryptogames





Photo 9. Autre aspect d'un ruisseau collecteur.



Photo 10. Un des ruisseaux collecteurs dans son cours inférieur, près de la confluence.



vasculaires et de phanérogames aquatiques, composée par de nombreuses espèces plus ou moins banales, formant des associations luxuriantes.

Ce qui attire l'attention c'est l'abondance de la végétation de mousses et d'hépatiques, car on n'avait jamais trouvé autre part dans la Plaine Roumaine des surfaces de quelques centaines de m<sup>2</sup> complètement couvertes par un tapis de mousses aquatiques, ni des centaines de mètres de trajet de ruisseau envahies par des hépatiques. Dans les sources c'est *Cratoneurum commutatum* (HEDW.) ROTH qui se développe de façon massive, *Brachythecium rivulare* (BRUCH.) étant à son tour présent en quantités; les hépatiques sont représentées par *Aneura pinguis* DUM. et surtout par *Chiloscyphus polyanthus* (L.) CORDA, espèce de ruisseaux et marécages froids de forêt, végétant abondamment dans les sources et les ruisseaux de notre complexe.<sup>1)</sup>

La température de l'eau phréatique alimentant les sources est de 11,5°C, et elle n'enregistre pratiquement pas de variations au cours de l'année. La température des sources les mieux protégées et à débit assez considérable, peut descendre jusqu'à 10°C au cours du printemps, ne dépassant pas 15,5°C à fin d'été. Quand il s'agit de sources hélocrènes non protégées par la saulaie et à débit insignifiant, la température peut s'élever jusqu'à 22°C, au cours des périodes d'insolation maximum. Au cours de l'été, la température se maintient dans les ruisselets des sources entre 12,5—16,5°C. En général, on peut constater dans les sources: a) des températures basses et invariables au cours de 24h; b) une amplitude relativement faible des variations thermiques saisonnières. Les ruisseaux collecteurs sont, au contraire, assez eurythermes, l'amplitude des variations de la température au cours d'une journée de fin d'été pouvant atteindre 3°C.

Le pH enregistre des valeurs différentes d'un point à l'autre, mais on n'a jamais trouvé des valeurs au dessous de 5,8 ou au dessus de 7,3; en général, le pH des sources est 7—7,3; il ne peut donc pas être question d'une acidité accentuée du milieu; néanmoins, dans l'eau qui imbibe les surfaces de mousses, on constate une certaine acidité, mettant son cachet aussi sur les ruisseaux collecteurs.

Rien d'intéressant à remarquer à propos de la composition chimique de l'eau. Celle-ci n'est pas incrustante. Le régime du O<sub>2</sub> est favorable dans l'eau de la plupart des sources, mais on remarque un déficit d'oxygène et la formation consécutive de H<sub>2</sub>S aux endroits où le débit est insuffisant, l'insolation excessive et l'accumulation de restes végétaux exagérée.

<sup>1)</sup> Nous devons la détermination des bryophytes au Dr. T. STEFUREAC, de l'Institut Botanique de Bucarest.

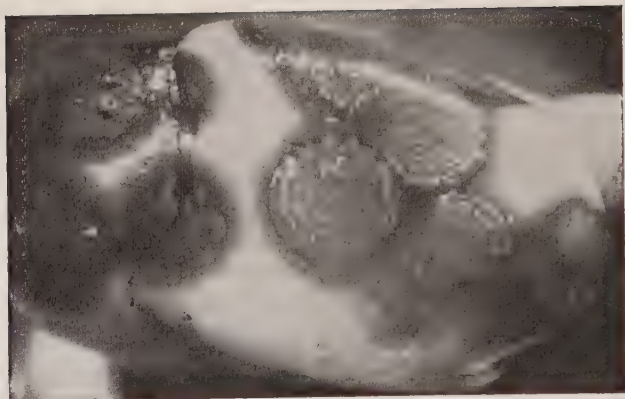


Photo 11. Galet avec colonies de *Hildenbrandtia*.

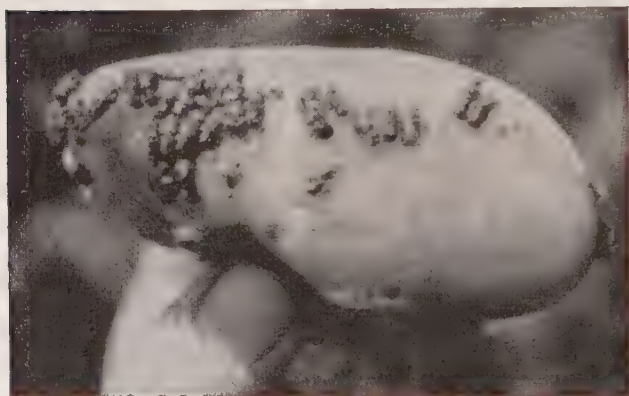


Photo 12. Galet avec nymphes de *Lithax obscurus*.

(9, 11, 12, photos Dr. T. ORGHIDAN).

La station faisant l'objet de ce travail, est peuplée par une très riche faune d'invertébrés, composée de plusieurs centaines d'espèces, et dont l'étude approfondie (faunistique et biocénétique) fera l'objet d'un autre travail. Nous n'allons présenter ici que quelques espèces remarquables, formes reliques, dont la présence dans la Plaine Roumaine détonne, permettant de considérer la station comme véritable oasis aquatique relictuelle, unique par ses particularités dans ce coin de l'Europe.

Mais, pour commencer, il sera question d'une algue, d'une rhodophycée intéressante, constituant des colonies dans plusieurs endroits du complexe, surtout dans certaines sources réocènes et dans les ruisseaux collecteurs. Le gravier blanc qui remplit le lit de ces biotopes, est ponctué de colonies, petites ou grandes, colorées dans les nuances les plus variées de rouge (du rose au pourpre), de *Hildenbrandtia rivularis* (LIEBM.) J. AGARD (Photo 11). Fait bien connu, *Hildenbrandtia rivularis* habite, partout dans son aréal, les ruisseaux froids et clairs des régions de montagne. En Roumanie, on avait signalé *Hildenbrandtia* jusqu'à présent seulement des Mts. de Bucovine à 1.000 m d'alt., de Mts. du Bihar à 1.143 m d'alt., enfin de quelques stations des Mts. du Banat (nous l'avons récemment retrouvée dans un ruisseau des Mts. du Banat, bassin de Nera). Sa découverte dans la Plaine Roumaine, où elle se développe magnifiquement à 100 m seulement d'altitude, est fort surprenante. Ceci représente d'ailleurs un cas quasi-unique, même si l'on prend en considération l'aire générale de répartition de *Hildenbrandtia*; si nous ne nous trompons pas, le seul cas similaire connu est celui de la Plaine du Po en Italie. Un compte-rendu a été récemment publié (7) basé sur du matériel recueilli par nous.

*Dugesia gonocephala* DUGÈS est représentée dans notre station par une population fleurissante. C'est pour la première fois qu'on signale ce turbellarié pour la Plaine Roumaine; l'altitude de 100 m est chose rare pour cette espèce qui, moins oxybionte, psychrosténotherme et réophile que *Crenobia alpina* ou *Polycelis cornuta* par exemple, est néanmoins un habitant des eaux des réseaux lotiques des régions montanes et submontanes. Il serait intéressant de voir si, au point de vue génétique, la population de Corbii Ciungi est identique ou non aux autres populations.

Les mousses des sources et des ruisselets du complexe sont l'habitat d'une faune de rotifères comprenant une série entière de formes typiques soit aux régions montanes soit aux régions septentrionales de la Paléarctique, soit, enfin, rencontrées exclusivement dans des tourbières („Hochmoore"). L'étude de cette faunule avait déterminé le Dr. L. RODEWALD (in litteris) de caractériser comme suit cette station" . . . tourbière de plaine froide, faiblement acide,



peuplée par de nombreuses reliques de tourbières d'altitude".Voici quelques-unes des formes de Rotifères trouvées, avec quelques notes sommaires:

*Macrotrachela musculosa* MILNE, espèce fréquemment trouvée dans les tourbières des plaines septentrionales, était connue en Roumanie seulement des Mts. de Bucovine, tout comme *M. quadricornifera* MILNE d'ailleurs. *Macrotrachela nana* BRYCE est identique aux deux espèces précédentes au point de vue écologique et biogéographique; en Roumanie on l'avait trouvée seulement dans les sphagnètes de Poiana Stampei, en Bucovine. La situation est similaire pour *M. ehrenbergi* JANSON. *Pleuretra humerosa* MURRAY est une espèce de montagne, à aréal surtout septentrional, connue en Roumanie des Carpates Orientales et des Mts. de Bucovine. *Mniobia russeola* ZELINKA, autre espèce septentrionale, était trouvée en Roumanie seulement des Carpates Orientales et des Mts. de Bucovine, sphagnètes de Poiana Stampei y compris; les mêmes célèbres sphagnètes représentaient la seule station roumaine connue aussi pour *Mniobia symbiotica* ZELINKA, espèce à aréal septentrional et central-européen. On considère *Habrotrocha lata* BRYCE comme habitant les sphagnètes et les mousses humides des montagnes. *H. angusticollis* MURRAY, espèce septentrionale et montane, était signalée en Roumanie seulement des sphagnètes de Poiana Stampei et d'un lac glaciaire alpin (Bulea, 2.300 m d'alt.). *Adineta gracilis*, espèce aussi caractéristique aux latitudes septentrionales, avait aussi pour seule station roumaine connue les sphagnètes de Poiana Stampei, tout comme *A. vaga* DAVIS, forme de montagne et à aréal nordique. *Lecane mira* MURRAY, connue de Suède, d'Allemagne, de Pologne et d'U.S.A., habite en Roumanie seulement les eaux acides des tourbières. Elle aussi typique pour les tourbières acides de montagne, *Cephalodella nana* MYERS avait été trouvée en Roumanie jusqu'à présent seulement à Poiana Stampei; *Dicranophorus lütkeni* BIRGENDAHL est à son tour considéré comme espèce surtout septentrionale, montrant une préférence marquée pour les tourbières.

Il convient de joindre à cette liste le nom de deux tardigrades (eux aussi déterminés par le Dr. L. RODEWALD), qui, tout comme les rotifères énumérés, impriment à cette station située au coeur de la Plaine Roumanie la cachet d'une véritable oasis aquatique. Il s'agit de *Pseudechiniscus milleus* EHRBG., espèce nord- et central-européenne, caractéristique des mousses des régions marginales des tourbières, et de *Milnesium tardigradum* DOY., avec les mêmes particularités chorologiques; jusqu'à présent, ces deux espèces avaient été signalées en Roumanie seulement des Mts. de Bucovine.

Une présence assez remarquable dans la faune de certaines sources de Corbii Ciungi est celle du Coléoptère *Eubria palustris* L. (det. A.

BURGHELE). Ce n'est pas pour la première fois que nous trouvons cette espèce dans des sources de la Plaine du Danube Inférieur, mais la population de beaucoup la plus importante est celle de Corbii Ciungi. D'après les données les plus récentes, *Eubria palustris* serait une espèce strictement monticole, pouvant être rencontrée en Europe Centrale entre 600—1.000 m d'alt., mais montant dans les massifs montagneux de l'Europe Occidentale jusqu'à 2000 m; elle est considérée au Danemark comme relique postglaciaire, strictement limitée à quelques sources réunissant des conditions favorables.

Dans le complexe hydrographique de Corbii Ciungi, l'ordre des trichoptères est représenté par un assez grand nombre d'espèces. La plupart de celles-ci a pu être capturée également dans d'autres sources éparpillées sur le territoire dont nous avons entrepris l'étude. Six espèces font néanmoins exception, leurs uniques populations de la Plaine de Valachie étant précisément celles de Corbii Ciungi.

*Ernodes articularis* PICT. est une espèce typique pour les sources à faible débit des régions de montagne et submontanes de presque toute l'Europe; sa découverte dans la Plaine Roumaine était inattendue. Mais la présence dans notre station de populations fleurissantes d'une espèce comme *Adicella filicornis* PICT. est encore plus curieuse, car il s'agit d'une espèce typique de montagne, caractéristique pour les sources froides, réocrènes surtout, des montagnes d'Europe Centrale. La situation de *Lype reducta* HAG. est à peu près ressemblante, mais la valence écologique de cette dernière espèce est sans doute plus large. Des observations que nous avons pu faire sur un grand nombre de sources de la région étudiée, il ressort que les uniques populations de *Lithax obscurus* HAG. et de *Notidobia ciliaris* L. de la Plaine Roumaine sont celles de la station que nous décrivons ici. Dans les deux cas il s'agit de populations massives (la photo 12 représente un galet extrait du lit d'un ruisseau collecteur, avec des nymphes de *Lithax obscurus*). L'isolation complète de ces populations par rapport au reste de l'aréal des espèces respectives, représente un fait d'un intérêt exceptionnel, qui montre clairement qu'il s'agit de populations reliques. La découverte de *Halesus digitatus* CURT., espèce en général caractéristique aux rivières de montagne de presque toute l'Europe, est aussi unique pour la Plaine Roumaine.

Sans aucun doute les hydracariens représentent un des groupes les plus intéressants dans la faune de la station dont nous nous occupons. Un important mémoire de MOTAS & TANASACHE (4) a été publié sur nos récoltes d'hydracariens, et les données qui suivent sont extraites de ce mémoire. Nous allons citer seulement quelques espèces plus remarquables.

*Tartarothyas romanica* HUSIATINSCHI avait été décrite à l'origine

d'une „bahna", c'est-à-dire d'une tourbière eutrophe des Carpates du Nord (Bahna Mihodrei, 440 m d'alt.); sa redécouverte dans le complexe de Corbii Ciungi (et de plus dans une source de la Vallée du Teleorman) indique clairement qu'il s'agit de colonies reliques, habitant un biotope propice à l'existence de cette espèce, situé à plusieurs centaines de kilomètres distance de la „terre typique". C'est indubitablement une espèce très rare, dont quelques exemplaires seulement sont connus.

*Bandakia corsica* ANGÉLIER avait été récemment décrite des nappes phréatiques de Corse. Sa découverte en Roumanie se produisit de façon presque simultanée dans les nappes phréatiques de plusieurs stations de montagne et dans les sources de Corbii Ciungi. Il s'agit sans doute d'une espèce psychrosténotherme préférant les eaux souterraines, et dans notre station c'est une relique en voie d'extinction (un seul exemplaire).

C'est pour *A-Thienemannia schermeri* VIETS aussi que le complexe de Corbii Ciungi représente l'unique station de la Plaine Roumaine (et de Roumanie d'ailleurs); cette espèce a une assez large répartition en Europe occidentale et septentrionale (surtout dans la Plaine nord-européenne), mais on considérerait la Forêt Noire comme limite orientale de l'areal. Ainsi, cette découverte déplace la limite orientale de l'espèce de 1.400 km environ vers l'Est. Dans ce cas aussi, il est question d'une espèce relique, sans doute en voie d'extinction dans cette dernière station-avantposte propice (un seul exemplaire capturé).

On pourrait ajouter à cette petite liste d'autres espèces d'hydracariens du complexe de Corbii Ciungi (déterminées par Prof. C. MOTAS et Dr. J. TANASACHE), dont la présence dans la Plaine Roumaine est faite pour surprendre: *Hygrobates norvegicus* (THOR.), *Lebertia lineata* THOR., *Sperchon clupeiifer* PIER SIG, *Arrenurus fontinalis* VIETS, *Arrenurus octagonus* HALBERT; les trois premières sont des formes torrenticoles et alticoles des plus typiques, *Hygrobates norvegicus* étant considéré comme relique glaciaire.

Il est donc possible de parler de la présence dans le complexe hydrographique étudié, des catégories suivantes d'éléments faunistiques remarquables:

a) Éléments alticoles, sténothermes d'eau froide, habitant des eaux à courant  $\pm$  fort, présentant parfois même une tendance vers le domaine des nappes phréatiques; pour ces espèces, la station étudiée est la plus basse — ou parmi les plus basses — de l'aréal. A cette catégorie appartiennent des espèces comme: *Eubria palustris*, *Ernodes articularis*, *Adicella filicornis*, *Halesus digitatus*, *Bandakia corsica*, *Hygrobates norvegicus*, *Lebertia lineata*, etc. Quelques



éléments floristiques remarquables sont à inclure dans la même catégorie: d'abord *Hildenbrandtia rivularis*, ensuite quelques bryophytes, surtout *Chiloscyphus polyanthus*.

b) Eléments plus ou moins typiques pour les tourbières, milieu de vie exceptionnellement rare dans la Plaine du Danube; ceux-ci trouvent dans notre station des conditions à peu près voisines des conditions typiques. Une espèce comme *Tartarothyas romanica* rentre parfaitement dans cette catégorie.

c) Eléments dont l'aréal est principalement septentrional ou septentrional-occidental, qui trouvent dans notre station les limites Sud et Est de leur répartition. *A-Thienemennia schermerei* et *Arrenurus fontinalis* en sont des exemples typiques, notre station étant à quelques centaines ou mêmes à 1.400 km distance de la localité la plus orientale où elles étaient signalées jusqu'à présent.

d) Les sources de Corbii Ciungi hébergent une faunule entière de rotifères et de tardigrades rentrant dans plusieurs des catégories énumérées ci-dessus, ce qui est un fait extrêmement intéressant. En effet, des espèces comme *Macrotrachela nana*, *M. ehrenbergi*, *Mniobia russeola*, *M. symbiotica*, *Habrotrocha angusticollis*, *Adineta gracilis*, *A. vaga*, *Cephalodella nana*, *Pseudechiniscus milleus*, *Milnesium tardigradum*, etc. sont en même temps des formes de montagne, à aréal surtout ou exclusivement septentrional, et montrant une préférence marquée pour le milieu particulier des tourbières, souvent même des milieux acides, à *Sphagnum*. Pour certaines de ces formes notre station représente en même temps le point d'altitude minimum, l'extrême limite méridionale de leur aréal européen, parfois aussi la première découverte en dehors du milieu de vie typique: la tourbière acide à *Sphagnum*.

Les observations que nous avons pu effectuer jusqu'à ce jour dans la Plaine de Valachie, nous permettent de conclure que le complexe des sources de Corbii Ciungi représente une véritable oasis aquatique froide, habitée par un certain nombre de formes reliques. Quels sont les éléments caractéristiques de cette oasis, éléments qui lui confèrent le cachet particulier la différenciant du reste des biotopes aquatiques de la Plaine Roumaine, du reste des sources et complexes de sources y compris?

En quelques mots, ces éléments sont les suivants: existence d'une grande quantité d'eau phréatique froide dont la sortie à jour se produit sur un territoire relativement restreint, protection efficace due à l'existence d'une saulaie compacte, grande variété des substrats et existence de riches sources trophiques.

Il est vrai que l'une ou l'autre de ces conditions purent être retrou-

vées aussi dans certains autres complexes de sources de la Plaine Roumaine, mais leur ensemble n'avait jamais pu être constaté autre part qu'à Corbii Ciungi. C'est ce qui explique le fait que certaines espèces remarquables que nous venons de signaler, furent retrouvées par nous dans un petit nombre d'autres stations de la Plaine, tandis que l'association que nous venons d'esquisser dans les pages précédentes, est caractéristique pour notre station. Parmi les espèces énumérées, ont été signalées uniquement de Corbii Ciungi les suivantes: *Hildenbrandtia rivularis*, *Dugesia gonocephala*, *Ernodes articularis*, *Adicella filicornis*, *Lype reducta*, *Lithax obscurus*, *Notidobia ciliaris*, *Halesus digitatus*, *Bandakia corsica*, *A-Thienemannia schermeri*, *Arrenurus octagonus*, *Hygrobates norvegicus*, *Sperchon clupeiifer*. La plupart des rotifères cités dans ce travail devraient allonger cette liste; si nous ne les y avons pas rattachés, c'est à cause du fait que l'on ne sait à présent pratiquement rien sur les rotifères d'autres sources de la Plaine Roumaine. D'autres groupes (de Diptères surtout) enrichiront à leur tour cette liste quand ils seront déterminés.

Il est impossible d'expliquer la présence dans la station de Corbii Ciungi de toutes ces formes, autrement qu'en les considérant comme reliques d'un passé historique probablement peu éloigné, lorsque la situation était toute différente dans la Plaine Roumaine, et que l'existence de forêts compactes et continues, d'un réseau lotique nettement différent du réseau actuel ainsi que l'absence de l'activité humaine destructrice, rendaient possible la continuité des aires de répartition d'assez nombreuses espèces Nord-européennes par dessus des massifs montagneux de l'Europe Centrale, jusqu'au Danube. Parlant de reliques, nous pensons à la définition classique de EKMAN, légèrement modifiée par THIENEMANN: „Der Bestand einer Art ist in einer Gegend ein Relikt, wenn sein Dortsein nur so zu verstehen ist, dass sie selbst oder ihre Stammform dort unter Naturverhältnissen, die der fraglichen Gegend jetzt fremdartig sind, zurückgelassen wurde". En ce sens, même une espèce assez banale, à large répartition et assez eurytope, comme *Dugesia gonocephala*, doit être considérée comme relique dans les sources de Corbii Ciungi, car c'est seulement dans cette station perdue dans l'immensité de la Plaine de Valachie qu'elle avait réussi à se maintenir comme population isolée. C'est d'autant plus le cas pour le reste des formes citées.

La population animale de la station donne des signes manifestes de souffrance biologique, chose aisément explicable si l'on tient compte de l'activité humaine qui met de plus en plus son cachet partout. Quelques espèces, et des plus intéressantes, n'ont pu être trouvées qu'en exemplaires isolés, en dépit des efforts faits pour obtenir du matériel supplémentaire; peut-être doit-on même les

considérer comme disparues à l'heure actuelle. D'autre part, il nous a été impossible de saisir un indice de spéciation incipiente, en dépit de l'isolement géographique et écologique. Le biotope disparaîtra sans doute dans peu de temps si l'on ne prend pas des mesures énergiques pour sa protection efficace; le problème de la protection de cette station a fait l'objet d'une autre note (2).

Avant de mettre le point final, il faut citer quelques travaux intéressants portant sur les sources comme milieu de refuge pour des faunes reliques. PETERSEN (6) découvre une faune relique dans des sources et des ruisseaux froids de Jutlande Centrale; NIELSEN (5) expose des considérations intéressantes sur le maintien d'une faune relique dans quelques sources isolées du Himmerland; BOTOSANEANU et collaborateurs (3) trouvent une faunule relique dans un groupe isolé de sources de Dobrogea; c'est aussi de Dobrogea, d'un autre complexe de sources, que BACESCU (1) signale une faunule relique; enfin ROSS (7) signale des biotopes aquatiques reliques, restes de situations beaucoup plus fréquentes antérieurement à la mise en friche des forêts et à l'extension de l'agriculture, en Illinois (U.S.A.), mentionnant aussi leur faune relique.

## RÉSUMÉ

Etude d'un complexe de sources, situé dans la Plaine du Danube Inférieur (= Plaine Roumaine ou Plaine de Valachie), à 100 m d'alt. environ. La station se caractérise par un complexe de facteurs uniques dans ce coin de l'Europe: abondance de l'eau phréatique froide sortant à jour sur une surface restreinte, protection efficace grâce à une saulaie compacte, variété des substrats et abondance des sources trophiques. Ces éléments rendent possible l'existence d'une faune relique, comprenant rotifères, tardigrades, coléoptères, trichoptères, hydracariens, etc., espèces ayant ici leur seule station de la Plaine Roumaine. Les espèces qu'on signale dans le travail sont soit formes de montagne, soit à aréal septentrional ou septentrional-occidental, soit, enfin, caractéristiques pour les tourbières d'altitude, souvent même pour les tourbières acides à *Sphagnum*. On considère la faune du complexe de Corbii Ciungi comme un reste remarquable de la faune aquatique ayant peuplé la Plaine Roumaine antérieurement à la mise en friche sauvage des forêts et à l'extension impétueuse de l'agriculture, phénomènes ayant radicalement transformé ce territoire.



# BIBLIOGRAPHIE

- BACESCU, M., - 1959 - La faune relique des sources se trouvant à l'extrémité ouest du Tekirghiol et le problème d'une réserve naturelle dans cet endroit. *Trav. Session Sci. Sta. Zool. d'Agigea*, Volume festif.
- BOTOSANEANU, L. & NEGREA, ST., - 1961 - Le complexe de sources de Corbii Ciungi, oasis aquatique relique au coeur de la Plaine Roumaine *Ocotirea Naturii*, 6.
- BOTOSANEANU, L., NEGREA, ST., BURGHELE, A., DANCAU, D. & DECOU, V., - 1959 - Contributions à l'étude hydrobiologique d'une déeréa de Dobrogea: la Casimcea. *Arch. f. Hydrobiol.*, 55, 1.
- MOTAS, C. & TANASACHE, J., - 1961 - Description de quelques Hydrachnelles de la faune de Roumanie, suivie de considérations sur leur biologie et leur distribution géographique, ainsi que d'une liste d'Hydrachnellae et de Halacaridae (Acari) recueillis jusqu'à présent dans nos eaux. Editions de l'Académie de la R.P.R., Bucarest.
- NIELSEN, A., - 1950 - On the zoogeography of springs. *Hydrobiologia*, II, 4.
- PETERSEN, ESBEN, - 1914 - Eine Reliktfauna der kalten Bäche und Flüsse des Landrückens des mittleren Jutlands. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.*, Biol. Suppl., VI.
- ROSS, H. H., - 1944 - The caddis Flies, or Trichoptera, of Illinois. *Bull. Illinois Nat. Hist. Surv.*, 23, Art. I.
- SERBANESCU, M. - *Hildenbrandtia rivularis* (Liebm.) J. Agardh dans la Plaine Roumaine (sous presse).

# Epibiontische Verhältnisse auf den Kalktuffwasserfällen des Flusses Krka in Dalmatien

von

IVO MATONIČKIN

(Biološki institut Univerziteta Zagreb)

und

ZLATKO PAVLETIĆ

(Botanički institut Univerziteta Zagreb)

## EINLEITUNG

Es ist bekannt, dass Pflanzen und Tiere als ihre Unterlage ausser leblosem Substrat auch andere Pflanzen und Tiere benützen können. Die epibiontischen Verhältnisse, bzw. die komensalischen Erscheinungen, sind bei Organismen stehender Binnengewässer in letzter Zeit von FAURÉ-FREMIET (1948—49), STILLER (1953), DE GRAAF (1953), CAMPION (1956), MORAVCOVÀ - HASSDENTEUFELOVÀ (1956) und DOBRZANSKA (1958) behandelt worden. Nur STILLER schildert auch die epizoischen Peritrichen an verschiedenen Wirtstieren der Brandungszone. Als einen Beitrag zur Kenntnis dieser Erscheinungen auf Standorten, wo sie nicht bekannt sind, werden wir die epibiontischen Verhältnisse auf den Kalktuffwasserfällen behandeln.

Während der biologischen Untersuchungen auf den Kalktuffwasserfällen des Flusses Krka in Dalmatien im Sommer 1960 haben wir einige Fälle epibiontischer Verhältnisse bemerkt.

Die epibiontischen Verhältnisse als ein besonderer Typ des Komensalismus sind bekannte ökologische Erscheinungen bei fast allen Pflanzen und Tiergruppen. Die Epibionten aus den Kalktuffwasserfällen wurden aber, wieviel uns bekannt ist, nicht besonders untersucht und beschrieben.

Das Extrem der einzelnen ökologischen Faktoren an solchen Biotopen ermöglicht die Besiedlung besonders angepasster Arten. Organismen ohne Anpassungen für die Erhaltung in einer Umge-

bung, wo die Wassergeschwindigkeit einer der wichtigsten ökologischen Faktoren ist, können sich hier nicht aufhalten. Doch gibt es Fälle, dass sich auch auf diesen spezifischen Biotopen unangepasste Pflanzen und Tierarten aufhalten können. Ein solcher Fall ist die Erscheinung der Epiphyten und Epizoen, wenn eine unangepasste Pflanzen-oder Tierart in Gemeinschaft mit einer anderen Art lebt, die an das Leben der Kalktuffwasserfälle angepasst ist. Mit anderen Worten, in diesen Standorten muss der Gast in Gemeinschaft mit einem Wirt leben, für welchen dieses Biotop primär ist. Wir werden uns hier nicht in eine Betrachtung der epibiontischen Verhältnisse zwischen den Tiere und Pflanzen einlassen, für welche diese Biotope primär sind, obwohl sie häufig und interessant sind, denn die Pflanzen ermöglichen den Tiere die Erhaltung.

#### DIE EPIBIONTISCHEN ERSCHEINUNGEN AUF DEN WASSERFÄLLEN DES FLUSSES KRKA

Auf den Standorten der Kalktuffwasserfälle kommen von den Pflanzen hauptsächlich Algen und Moose vor. Die Pflanzen sind oft mit den Epiphyten bedeckt. Das findet besonders in der Sommerzeit statt. Die Sommerzeit ist überhaupt die günstigste Zeit für die Entwicklung der Epiphyten. Zuerst deshalb, weil sich in dieser Zeit Algen in grosser Menge entwickeln, die dann auch eine Möglichkeit für die Besiedlung der Epiphyten haben.

Von den Algen, die sich auf vielen Wasserfällen entwickeln, sind uns die Grünalgen *Cladophora glomerata* und *Vaucheria gemminata* bekannt. Diese Algen, und besonders *Cladophora glomerata*, sind in der Sommerzeit mit sehr üppiger epiphytischer Vegetation bedeckt, die fast ganzes Thallus überzieht. Auf *Cladophora* kommen hauptsächlich verschiedene Spalt- und Kieselalgen vor, wie *Chamaesiphon incrustans*, *Ch. curvatus*, *Lyngbya kützingerii*, *Meridion circulare*, *Cymatopleura ellyptica*, *Diatoma vulgare*, *Achnantes* sp., *Navicula* sp., *Cymbella prostrata* u. a. Auf *Vaucheria* kommen mehr Kieselalgen vor, wie *Cocconeis placentula*, *Cymbella prostrata*, *Achnantes* sp., *Synedra ulna* u. a.

Es ist interessant, dass man oft die Anhäufungen der Spalt- und Kieselalgen findet, die als Komensale zusammen leben. Die Kieselalgen aber können wir als Epiphyten nehmen, die auf den Fadenspaltalgen vorkommen. Von den *Hormogonales* kommen verschiedene *Phormidium* Arten (*Phormidium setschelianum*, *Ph. favosum*, *Ph. uncinatum*, *Ph. retzii* u. a.) vor und zwischen Fäden in einer grossen Menge finden wir auch die Kieselalge *Diatoma vulgare* und etwas weniger die Vertreter der Gattungen *Cymbella*, *Achnantes*, *Cyma-*



*topleura* u.a. Manchmal nehmen diese Anhäufungen der Spalt- und Kieselalgen besondere Formen an, die uns an die Schnecke *Ancylus fluviatilis* erinnern. Was sehr interessant ist, diese Schnecke können wir in der Nähe solcher Anhäufungen oft finden.

Viele Epiphyten können wir auch auf den hydrophytischen Moosen, wie *Cinclidotus*-Arten sind, finden. Auch findet man oft die Spaltalge *Chlorogloea microcystoides* an diesen Moosen. Ausserdem kommen auf diesen Pflanzen auch einige Fadenalgen vor. In der Sommerzeit kann auch der Rasen der *Cinclidotus*-Arten in grossen Mengen von verschiedenen Zygnemaceen (*Spirogyra*, *Zygnema*) und manchmal auch von den Fäden der Rotalge *Bangia artropurpurea* bedeckt sein.

Die wichtigste Epiphyte an den Moosen ist aber die Desmidiacee *Oocardium stratum*. Sie verwächst die kalktuffbildenden Moose und manche Algen mit charakteristischen Kügelchen-Gebilden von Kalktuff. Sie besiedelt immer starke Wasserströme mit reinem Wasser und grossen Durchlüftung, und kommt an schattigen wie auch auf belichteten Standorten vor. Im Licht bedeckt sie die Moose *Cinclidotus aquaticus*, *C. riparius*, *Platyhypnidium rusciforme* und *Didymodon tophaceus*, und im Schatten *Cratoneurum commutatum* und *Fissidens crassipes*. Jedoch am häufigsten ist diese Art an *Didymodon bosniacus* gefunden worden. Mit ihren Anhäufungen hält sie eine bedeutende Menge der abgelagerten Kalziumkarbonate auf, und beteiligt sich auch so in dem Aufbau der Kalktuff-wasserfälle.

Manchmal finden wir *Oocardium* auch auf Tieren, die eine Kalkunterlage haben, wie Schnecken (*Neritina*, *Bythinella* u.a.) oder Larvengehäuser (*Chironomida*, *Trichoptera* u.a.). Ausserdem können wir auch andere Pflanzen als Epibionten auf diesen Tieren finden. Am häufigsten sind das verschiedene Spaltalgen, hauptsächlich die Vertreter der Gattung *Phormidium*, die die Muschel *Unio Crassus crassus* RETZ bedecken, welche wieder von den Schnecken *Neritina fluviatilis* var. *dalmatina* ZIEGLER bedeckt sind. Diese Schnecken besiedeln feste Unterlagen hauptsächlich in fließenden Wassern und an der Stelle, wo sie gefunden worden sind, konnten ihnen nur die Muschelschalen solche Unterlagen bieten. Ausserdem nähren sich die Neritinen hauptsächlich mit Algen, in diesem Fall mit den vorher genannten *Phormidium*-Arten (*Phormidium setschelianum*, *Ph. retzii*, *Ph. favosum* u.a.), die einen dünnen Überzug auf den Muschelschalen erzeugen.

Auf den Kalktuffwasserfällen kommen sehr oft Larven von *Ephemerella ignita* PODA (Ephemerida) vor. Einige Exemplare dieser Art sind über ihren ganzen Körper mit zahlreichen Individuen von *Vorticella similis* STOKES und *Vorticella picta* EHRENBERG bedeckt.

Besonders dicht werden die Larven entlang des Rumpfes und der Schwanzfäden besiedelt, was mit der Wasserbewegung zusammenhängt, da der Larvenkopf sich immer in der Richtung gegen den Wasserstrom befindet. STILLER (1953) führt auch an, dass er auf den Larven der Gattung *Epeorus* (Ephemera) die Arten *Epystylis variabilis* STILLER, *Vorticella convallaria* L., *V. similis* STOKES, *V. picta* EHRENBERG und *V. campanula* EHRENBERG gefunden hätte. Es ist bekannt, dass die Wimpertiere, besonders *Vorticella*, schnellfließende Gewässer nicht besiedeln. A. KAHL, bekannter Spezialist für diese Tiergruppe, sagt: „Jedoch lieben sie nicht strömendes Wasser“.

Zahlreiche Populationen in dem Fluss Krka, besonders auf Standorten mit kälterem Wasser, sind mit der Amphipode *Fontogammarus dalmatinus krkensis* KARAMAN zusammengesetzt. Auf zahlreichen Individuen dieses Krebses haben wir *Epystylis* sp. gefunden. Diese Wimpertiere waren in besonders zahlreicher Menge auf den Beinen und dem Rumpf von *Fontogammarus* vertreten.

Die Vorticellen auf diesen Biotopen, wo die Wassergeschwindigkeit an einigen Stellen über 3 m Sek. beträgt, sind sicher reoksene Organismen. Eine Zusammenbildung aber mit einer anderen Tierart, die reikofil ist, wie *Ephemerella ignita* PODA und *Fontogammarus dalmatinus krkensis* KARAMAN, ermöglicht ihr eine Besiedlung auf solchen Biotopen.

## DISKUSSION

Extreme Lebensbedingungen auf den Standorten der Kalktuffwasserfällen ermöglichen nur besonders angepassten Arten eine Besiedlung. Tiere und Pflanzen, die keine solche Anpassungen haben, besiedeln diese Biotope nur in Gemeinschaft mit einer anderen Art, für welche die Standorte einen primären Charakter haben.

Während unserer Untersuchungen des Lebens in dem Flusse Krka in Dalmatien haben wir mehrere Fälle der obengenannten epibiontischen Verhältnisse festgestellt, wie zwischen Tieren, so auch zwischen Pflanzen. Die Tierarten in diesen Biotopen wurden am häufigsten auf diesen Pflanzen gefunden. In unserer Abhandlung haben wir uns aber nicht auf die Beschreibung solcher Verhältnisse gehalten, obwohl dies auch eine Art der epibiontischen Verhältnisse ist.

In diesen Biotopen erwartet man keine Pflanzen und Tiere, für welche stehende Gewässer charakteristisch sind. Jedoch sehen wir, dass auch eine solche Möglichkeit besteht, falls die Gefahr der Wegschwemmung überwunden wäre. Mit anderen Worten, es bedeutet,

dass alle anderen Bedingungen für einen Aufenthalt dieser Art auf solchen spezifischen Biotopen erfüllt sind, ausser der Überwindung der Wasserströmung und diese wird durch die epibiontischen Verhältnisse erreicht.

In Bezug auf die Pflanzen ist, wegen der grossen Wassergeschwindigkeit auf diesen Standorten, ein schwaches Fortkommen der Epiphyten zu erwarten. Dort sind die Epiphyten aber sehr üppig entwickelt, so dass in den Sommermonaten fast alle Wasserpflanzen mit verschiedenen Epiphyten bedeckt sind. Die Ursache soll man in der Tatsache suchen, dass die Epiphyten hier sehr eng mit ihrem Wirt verbunden sind und das Wasser sie deshalb nicht wegschwemmen kann. Jedoch können wir bemerken, dass eine Verbreitung dieser Organismen in schnellfliessenden Gewässern schwierig ist. Wahrscheinlich eben deshalb erscheinen sie in der Sommerzeit in grosser Zahl, wenn sich der Wasserstand der Flüsse vermindert und damit auch die Wassergeschwindigkeit, was dann eine Verbreitung und die Aufenthalt auf dem Wirt ermöglicht.

#### ZUSAMMENFASSUNG

In der Abhandlung werden die epibiontischen Verhältnisse auf den Standorten der Kalktuffwasserfällen in dem Flusse Krka in Dalmatien behandelt. Die wichtigsten Resultate dieser Untersuchungen sind:

1. Auf den Kalktuffwasserfällen sind mehrere Fälle epibiontischer Verhältnisse festgestellt worden.

2. Bei den Pflanzen sind die Epiphyten auf den Grünalgen festgestellt worden. Die Alge *Cladophora glomerata* wird gewöhnlich von der Spaltalgen *Chamaesiphon incrustans*, *Ch. curvatus*, *Lyngbya kützingerii* und der Kieselalgen *Meridion circulare*, *Cymatopleura elliptica*, *Diatoma vulgare*, *Cymbella prostrata* u.a. bedeckt, *Vaucheria* hauptsächlich von Kieselalgen *Cocconeis placentula*, *Cymbella prostrata* u.a.

3. Als Epiphyten kommen auch Kieselalgen auf manchen Spaltalgen vor.

4. Auf den hydrophytischen Moosen, wie es die *Cinclidotus* Arten sind, kommen die Spaltalge *Chlorogloea microcystoides*, Zygnemaceen und die Rotalge *Bangia artropurpurea* als Epiphyten vor.

5. Die häufigste Epiphyte auf verschiedenen Moosen, (*Cinclidotus*, *Cratoneurum*, *Platyhypnidium*, *Didymodon*) ist die Desmidiacee *Oocardium stratum*, die auch ihrerseits an den Kalktuffablagerungen beteiligt ist. Manchmal kommt *Oocardium* auch auf Schnecken- und Larvengehäusern vor.



6. Die Spaltalgen kommen auch auf Muscheln und Schnecken vor. So bedecken die *Phormidium*-Arten auch die Schalen der Muschel *Unio crassus crassus*, die wieder von der Schnecke *Neritina fluviatilis dalmatina* bedeckt werden.

7. Die Amphipode *Fontogammarus dalmatinus krkensis*, wie auch die Larven von *Ephemerella ignita* sind von einigen Arten der Wimpertiere besiedelt.

Die Anschriften der Autoren:

Prof. dr. IVO MATONIČKIN, Demetrova 1, Zagreb  
Jugoslavija  
Doc. dr. ZLATKO PAVLETIĆ, Marulićev trg 20, Zagreb  
Jugoslavija

#### LITERATUR

- ALLEE, W. C. - 1950 - Principles of Animal Ecology. Philadelphia.
- CAMPION, M. - 1956 - A survey of the green algae epiphytic on the shells of some freshwater molluscs. *Hydrobiologia*, 8, 38—54.
- DOBŹŹÁNSKA, J. - 1958 - Investigations on Ciliates in Lamellibranchiates of small Water Bodies. *Bull. Acad. Pol. Sci.* VI, 3, 113—118.
- FAURÉ-FRÉMIET, E. - 1949 - Deux espèces commensales des *Conochilus*; *Hydrobiologia* 1: 126—132.
- GOLUBIĆ, S. - 1957 - Vegetacija alga na slapovima rijeke Krke u Dalmaciji. *Jugosl. akad. znan. i umjetn. „Rad”* 312: 207—259.
- GRAAF, FR. DE. - 1953 - Commensal organisms in the colonies of the *Conochilus unicornis* Rousselet. With a note on *Phormidium mucicola* Huber et Naumann; *Hydrobiologia*, 5: 390—399.
- KAHL, A. - 1935 - Urtiere oder Protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata. Die Tierwelt Deutschland. Jena.
- MARČENKO, E. - 1960 - Prilozi poznavanju vegetacije alga na području slapova Plitvičkih jezera. *Jugosl. akad. znan. i umjetn. „Rad”* 320: 108—152.
- MATONIČKIN, I. - 1957 - Ekološko faunistička istraživanja slapova i brzica srednje Hrvatske i zapadne Bosne. Habilitacijski rad. Zagreb.
- MATONIČKIN, I. & PAVLETIĆ, Z. - 1959 - Životne zajednice na sedrenim slapovima rijeke Une i brzicama pritoke Unca. *Acta Musei Mac. sci. nat.* 6, 4, 77—99.
- MATONIČKIN, I. & PAVLETIĆ, Z. - 1960 - Grada za upoznavanje životnih zajednica u riječici Vrelo kod Dubrovnika. *Acta bot. croatica* 18: 124—135.
- MATONIČKIN, I. & PAVLETIĆ, Z. - 1960 - Biološke karakteristike erozijskih slapova rijeke Bosne. *Biološki glasnik Hrv. prir. društva* 13. Zagreb.
- MORAVCOVA, V. & HASSDENTEUFLOVA, - 1956 - Another Rediscovery of Commensal *Vorticella* upon *Conochilus* in Czechoslovakia. *Hydrobiologia* 8: 181—184.
- PAVLETIĆ, Z. - 1956 - Ekologija briofita na slapovima rijeke Krke s posebnim osvrtom na taloženje sedre. Doktorska disertacija. Zagreb.
- PAVLETIĆ, Z. - 1957 - Prilozi poznavanju ekologije briofita na slapovima rijeke Krke u Dalmaciji. *Jugosl. akad. znan. i umjet. „Rad”* 312. 95—137.
- STILLER, J. - 1953 - Epizoische Peritrichen aus dem Balaton III. *Hydrobiologia* 5: 189—222.

# Contributo alla conoscenza dell'ecologia delle biocenosi sulle cascade travertinose nella regione Carstica Jugoslava

di

IVO MATONIČKIN

Biološki institut Univerziteta Zagreb

e

ZLATKO PAVLETIĆ

Botanički institut Univerziteta Zagreb

(5 fig.)

La vita sulle cascade travertinose è condizionata dai fattori fisico-chimici e biologici, tra i quali i più importanti sono la temperatura, la velocità dell'acqua, la quantità del bicarbonato di calcio (l'alcalità), del ossigeno e del libero acido carbonico soluti in acqua, come anche la luce, la quale non è collegata coll'acqua. Noi vogliamo in breve dare uno sguardo al ognuno di questi fattori in relazione colla loro presenza nella regione esplorata.

## A) L'ACQUA COME FATTORE ECOLOGICO

Per la prevalenza di animali viventi in questi biotopi il medio aquatico è una inevitabile condizione per la loro esistenza. Le piante invece mostrano (naturalmente ad eccezione di alghe, le quali popolano più le acque calmi e perciò non sono tipiche in questi posti), che sono in prevalenza immigrati dai posti terrestri. I muschi, che costituiscono in prevalenza la vegetazione delle cascade, primariamente sono abitanti dei posti terrestri. Secondo GESSNER (1955) come abitanti primari di queste stazioni si deve considerare solo i organismi, i quali sotto queste condizioni possono fruttificare. Fra tutto un ordine di muschi trovati in questa regione ha fruttificato soltanto la specie di *Cinclidotus aquaticus*. Tutte le altre specie di muschi trovati sui posti delle cascade possiamo trovare in istadio di

fruttificazione soltanto nelle abitazioni fuori d'acqua. Dal tale fatto possiamo concludere, che questi muschi non sono veri idrobionti. Tutte le piante alle quali è questo un biotopo secondario, si sviluppano sulle abitazioni, dove l'acqua è molto arieggiata e polverizzata, cosichè in questi posti possono utilizzare i gas dall'aria.

Le abitazioni di questi biotopi sono costituiti da varie formazioni come sono i corsi d'acqua, le barbe, cortine, mensole, scese etc. travertinosi, attraverso i quali scorre relativamente veloce acqua. Le piante e i animali che popolano queste abitazioni possono prosperare soltanto sotto una determinata velocità d'acqua ed in questo modo fanno le condizioni per il trattenimento del carbonato di calcio, con quale contribuiscono allo sviluppo delle formazioni travertinose. L'aerazione dipende dalla velocità della corrente dell'acqua ed ha un doppio significato. Da una parte la deposizione del travertino è in questi posti la più intensa e dall'altra qui possono stabilirsi i principali creatori del travertino, i quali possono prosperare soltanto sotto le condizioni di grande aerazione.

## B) LA TEMPERATURA

La temperatura dell'acqua sulle cascade travertinose è un importante fattore durante la deposizione del travertino. Essa poi agisce come un fattore limitante, che influisce alla distribuzione e composizione delle biocenosi. Ciò è più evidente presso le popolazioni delle specie di anfipodi. Loro si sviluppano rigogliosamente presso le temperature più basse, mentre presso le più elevate (oltre 23 °C) quasi mancano.

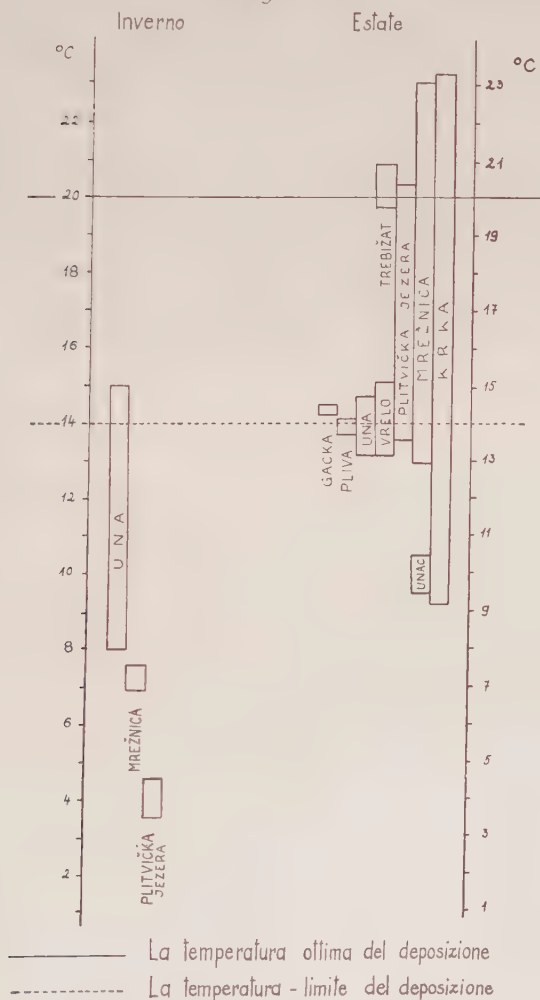
La deposizione del travertino è più intensiva presso la temperatura più elevata. In seguito di ciò su questi posti le piante sono molto calcinate, che non rende possibile un più forte popolamento delle specie di animali. In tale modo in queste abitazioni la temperatura è un fattore limitante, il quale agisce indirettamente sul popolamento dei organismi viventi. I valori-limite per la deposizione del travertino sono l'alcalinità di 1,3 e la temperatura di 14 °C (OHLE -1937). Nella Fig. 1 è graficamente presentata la temperatura dell'acqua nei fiumi esplorati. Si può vedere dalla figura, che le cascade nei laghi di Plitvize, e poi nella Krka, Trebižat e Mrežnica hanno nei mesi estivi le temperature ottimali per la deposizione del travertino. Perciò in laghi di Plitvize e nei fiumi Trebižat e Mrežnica, come anche sull'alcuni cascade della Krka (Skradinski buk e Roški slap, i quali si trovano nella parte scendente del fiume) si sono depositate grandi quantità di travertino. Tutte le altre, come anche alcune cascade nella Krka e Mrežnica, hanno in estate la temperatura dell'



acqua intorno la temperatura-limite della deposizione e nei questi fiumi le cascade si sviluppano soltanto in qualche punto, prevalente in forma di piccole barriere (Una, Pliva, Vrelo presso Dubrovnik, Gacka ed a.).

## LA TEMPERATURA D'ACQUA IN INVERNO ED IN ESTATE

Fig. 1



Durante l'inverno la temperatura dell'acqua s'abbassa sotto la temperatura limite della deposizione quasi su tutte le cascade, ed in questo periodo l'acqua non separa molto il carbonato di calcio e persino cessa ognuna deposizione di travertino. (Fig. 1)

Sulle cascade esplorate, in relazione delle temperature misurate, la maggioranza di organismi sono euritermi. Prendendo in considerazione soltanto la regione esplorata, i organismi macrostenotermi sono presentati in un numero minore, mentre i microstenotermi vengono in un numero abbastanza grande, specialmente le specie animali, come i rappresentanti di gruppi *Turbellaria*, *Amphipoda*, larve di *Ephemerida* e *Plecoptera* ed a. Avevamo potuto osservare che sulle cascade con una più intesiva deposizione del travertino (laghi di Plitvize, Krka ed a.) sono molto più numerose le piante macrostenoterme, mentre sulle cascade dove sono le condizioni per la deposizione un po' incovenienti, prevalgono le piante euriterme. Le popolazioni delle specie animali microstenotermi abitavano principalmente le acqua, nelle quali sono le condizioni di temperatura per la deposizione del travertino inconvenienti. I animali macrostenotermi ed euritermi sulle cascade esplorate partecipano in una buona parte nella creazione delle formazioni travertinose in tale modo che fermano il carbonato di calcio separato, ed in questo senso spesso accompagnano le piante macrostenotermi di questi posti.

### c) LA LUCE

Mentre per le piante la luce ha una influenza diretta, essa è per la maggioranza di animali di una importanza indiretta, perchè sotto le favorevoli condizioni di luce per crescimento delle piante, i animali trovano necessari condizioni di vita, che è specialmente importante per i biotopi di questo tipo, dove i animali si fermano principalmente fra le piante. In fig. 2 graficamente e dimostrata la quantità di luce durante i mesi estivi sui singoli fiumi. Qui sono dimostrati i dati per il „Lichtgenuss" calcolato in percentuale e per la luce diffusa. Come è constatato che sulle varie cascade del stesso fiume esistono vari condizioni di luce, abbiamo dimostrato anche le condizioni di luce sulle singoli cascade.

In relazione colla luce si può distinguere le cascade molto illuminate e quelle prevalentemente ombreggiate. Le abitazioni coll'acqua più fredda e una forte illuminazione sono popolati da una vegetazione travertinosa, la quale non crea intensivamente le forme travertinose e perciò è meglio popolata dai animali. Sulle cascade ombrose, le quali hanno l'acqua un po' più calda vigorosamente si sviluppa la vegetazione travertinosa, la quale depone una grande quantità di travertino, che è incoveniente per il trattenimento dei animali e perciò su questi posti la fauna è meno sviluppata. In prima vista pare illogico che le più illuminate cascade hanno l'acqua relativamente più fredda che quelle ombreggiate. Ma in considerazione di questo fenomeno dobbiamo

prendere in riguardo le condizioni di sviluppo dei depositi travertinosi. Cioè, nei posti colla temperatura più elevata e sotto una favorevole alcalità, più intensivamente sarà separato il travertino e creati i depositi travertinosi, che darà anche le condizioni per un più veloce

# IL „LICHTGENUSS" RELATIVO SULLE CASCADE ESPLORATE

Fig. 2



sviluppo delle biocenosi, così anche per la vegetazione fanerogama, la quale allora ombreggia le parti superficiali. Perciò la superficie di una tale cascade è con un po' meno di luce. In relazione colla quantità di luce si può determinare la relativa età della cascade. Le



cascade colla superficie molto illuminata sono di una origine giovane. D'altra parte le cascade ombreggiate crescono molto più veloce che quelle illuminate, perchè su di loro le condizioni per i processi di deposizione sono molto più favorevoli, e con ciò anche la formazione delle forme travertinose. Dobbiamo prendere in riguardo, che esistono anche altri fattori influenzanti alla creazione delle forme travertinose, i quali spesso non sono uguali in ognuno fiume.

E anche necessario accentuare, che i fattori, i quali fanno le condizioni per la deposizione del travertino sono sottomessi ai cambiamenti. Perciò può accadere che in un fiume, dove oggi non esistono le condizioni per la deposizione del travertino, possono questi presentarsi e viceversa. Solo così si può spiegare le grandi quantità del travertino fossile, che abbiamo trovato su alcune cascade della Krka in Dalmazia (Bilušić buk), e sul fiume Pliva in Bosnia, mentre oggi sono le condizioni per un tale processo molto più inconvenienti.

Sulle cascade sviluppate si presentano tutto un ordine di forme caratteristiche, come sono le barriere colle caverne, semicaverne, cortine, mensole etc. travertinose. Alcune abitazioni sviluppate in tali posti sono molto ombreggiate, come sotto le semibarbe e nelle semicaverne e caverne. Qui le piante hanno troppo poca luce alla sua disposizione, spesso sotto 1% della luce esterna. La vegetazione in questi posti è composta in prevalenza dai muschi *Eucladium verticillatum*, rispettivamente nei fiumi littorali *Eucladium angustifolium*, e *Fissidens crassipes*. Per la regione che limita verso la luce è tipica la specie *Hymenostilium curvirostre*. Su questi posti vengono anche certi alghe azzurre ed i tapeti somiglianti alla muffa. Tra questa vegetazione abbiamo trovato anche certi animali come i nematodi *Alaimus primitivus* ed *Actinolaimus macrolaimus*, i oligocheti *Enchitraeoides arenarius* e *Eiseniella tetraedra f. typica*<sup>1</sup>, i anfipodi *Rivulogammarus balcanicus krkensis*<sup>2</sup> e *Fontogammarus dalmatinus krkensis* ed il coleottero *Dyschiurus* sp.

In rapporto colla luce sulle abitazioni esplorate delle cascade travertinose tra le piante troviamo i oligofotofiti, megafotofiti ed eurifotofiti.

Meno di 50% di luce godono le alghe azzurre *Phormidium*, *Scytonema* ed a. e tra i muschi *Cratoneurum commutatum*, *C. filicinum*, *Eucladium verticillatum*, *Fissidens crassipes*, *Hymenostilium curvirostre*, *Bryum ventricosum*, *Aneura pinguis* ed a. Perciò queste piante si deve considerare come principali oligofotofiti della regione esplorata.

---

<sup>1</sup>) Per la determinazione di lumbricidi vivamente ringraziamo al sig.

<sup>2</sup>) dr. A. ZICSI dal Istituto zoosistemico dell'Università di Budapest, e per la determinazione di anfipodi al sig. M. STRÁŠKRABA dell'Università di Praga.

I più importanti megafotofiti fra i muschi sono *Cinclidotus aquaticus*, *Platyhypnidium rusciforme*, le alghe *Zygnemataceae* e parecchie alghe rosse. Tutte queste specie si sviluppano nelle abitazioni con oltre 50 % di luce. Il muschio *Mniobryum calcareum* e le specie di *Didymodon* sono trovati sulle illuminate, come anche sulle ombreggiate stazioni e perciò si devono considerare come i eurifotofiti. La vegetazione superficiale su tutte le cascade è composta principalmente da megafotofiti e eurifotofiti, sebbene in un prospetto generale delle singoli specie fanno la minoranza, perchè in prevalenza vengono le piante dell'ombra, come sono i muschi.

#### D) LA VELOCITÀ DELL'AQUA CORRENTE

La conoscenza della velocità dell' acqua corrente sulle cascade travertinose non ha importanza solo per le considerazioni ecologiche, ma anche è di importanza pratica. La velocità dell' acqua corrente e la quantità del ossigeno soluto in acqua sono in una stretta relazione. Questo è specialmente importante per i animali, i quali popolano anche le stazioni di massima velocità dell' acqua, a causa di maggiori necessità di ossigeno. Perciò su questi posti abbiamo trovato singoli specie di larve dei Ephemera, Trichoptera, alcuni Diptera et a., ai quali era necessaria per un normale sviluppo una notevole quantità di ossigeno soluto in acqua.

In queste abitazioni molto importanti sono i organismi viventi. Essi sono costruttori e custodi delle cascade travertinose. Perciò è importante sapere i limiti della velocità dell' acqua corrente, entro i quali essi possono non solo mantenersi, ma anche svilupparsi. Sui posti dove è la velocità dell' acqua maggiore o minore dei valori limitanti non possono svilupparsi le formazioni travertinose, qualunque sia la quantità del bicarbonato di calcio soluto in acqua.

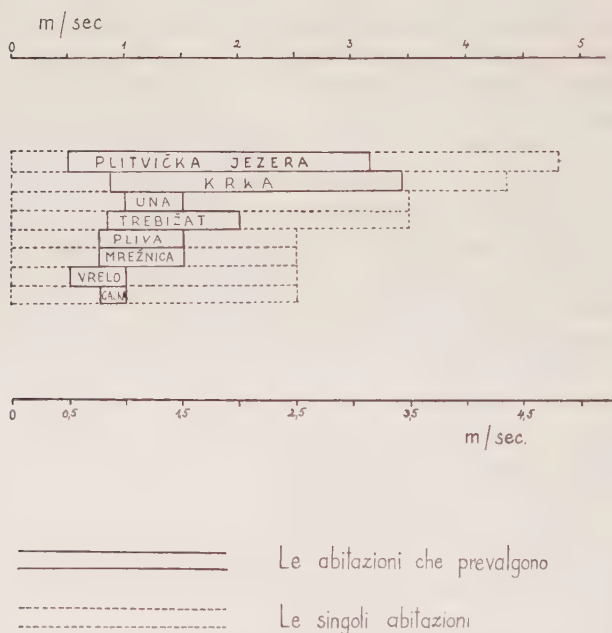
Nella fig. 3 sono dimostrati i valori-limiti della velocità dell'acqua corrente sulle singole cascade della regione esplorata. La massima importanza per la edificazione delle cascade hanno i organismi che popolano le cascade, sulle quali la velocità dell'acqua corrente ammonta tra 0,5 m/sec. fino 1,5/sec. A dir vero noi abbiamo trovato i organismi anche sulle cascade colla velocità maggiore di 3 m/sec. I animali popolavano queste stazioni solo sui posti, dove erano in riparo contro la corrente (unequale suolo, i rizoidi e la piota di muschi, le cavità nella pietra, trattenimento sotto le pietre e simile). La velocità dell'acqua corrente oltre 3,5 m/sec. passa in una attività erosiva ed invece che la cascada cresce essa si rovina. Le velocità minori del 0,5 m/sec. non possono essere popolate dai principali creatori di travertino, perchè a causa di debole aerazione manca la sufficiente

aria libera, la quale questi organismi occorrono molto di più, che quelli nelle acque stagnanti.

Per le stazioni sulle cascade travertinose è caratteristico che la velocità dell'acqua è variabile, che provoca una più forte aerazione e una più intensa deposizione del travertino. Ciò è favorevole anche per i organismi, i quali occorrono per il loro sviluppo una elevata quantità dell'ossigeno.

## LA VELOCITÀ D'ACQUA NEI SINGOLI FIUMI

Fig. 3



A causa d'importanza della velocità dell'acqua come fattore ecologico sulle abitazioni delle cascade travertinose, segnaliamo le reicovabilità per alcune specie:

### Le piante

<i>Eucladium verticillatum</i>	0,5—2,5 m/sec.
<i>Didymodon tophaceus</i>	0,5—3 m/sec.
<i>D. bosniacus</i>	1 —3 m/sec.
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	0,5—3 m/sec.



<i>C. riparius</i>	1 —2 m/sec.
<i>Bryum ventricosum</i>	0,5—3,5 m/sec.
<i>Fontinalis antipyretica</i>	1 —2 m/sec.
<i>Cratoneurum commutatum</i>	0,5—3 m/sec.
<i>Platyhypnidium rusciforme</i>	1 —2,5 m/sec.
<i>Aneura pinguis</i>	0,5—1,5 m/sec.
<i>Pellia fabbroniana</i>	0,5—1,5 m/sec.

#### I animali

<i>Polycelis cornuta</i>	0,4—1,4 m/sec.
<i>Planaria gonocephala</i>	0,5—1,8 m/sec.
<i>Ancylus fluviatilis</i>	0,8—3 m/sec.
<i>Propapus volki</i>	1 —2 m/sec.
<i>Rhyacodryllus coccineus</i>	0,5—1,5 m/sec.
<i>Rivulogammarus balcanicus konjicensis</i>	0,4—3 m/sec.
<i>Fontogammarus dalmatinus krkensis</i>	0,5—3,5 m/sec.
<i>Ostiogammarus acarinatus</i>	0,5—3,5 m/sec.
<i>Aturus scaber</i>	1 —2,5 m/sec.
<i>Pseudotorrenticola rhynchota</i>	1,3—3 m/sec.
<i>Baëtis bioculatus</i>	0,5—3 m/sec.
<i>Epeorus assimilis</i>	0,5—3 m/sec.
<i>Habroleptoides modesta</i>	1 —1 6 m/sec.
<i>Hydropsiche angustipennis</i>	0,3—3 m/sec.
<i>Rhyacophila vulgaris</i>	0,5—1,5 m/sec.
<i>Simulium</i> sp.	0,2—3 m/sec.
<i>Riolus nitens</i>	0,5—4 m/sec.
<i>Helmis maugaei</i>	0,5—1,5 m/sec.

L'alga *Oocardium stratum* popola le aque con una velocità maggiore di 3,5 m/sec. La troviamo in tutti i fiumi carsatici jugoslavi e si sviluppa più tipicamente nelle cascade del fiume Gacka, nella regione di Lika. L'alga *Vaucheria*, la quale troviamo quasi esclusivamente sulle stazioni illuminate, popola anche le abitazioni con una maggiore velocità dell'acqua. Quest'alga è un importante creatore di travertino sulle cascade con una minore velocità dell'acqua nei fiumi Una e Pliva. Tra i spessi e azzurro scuri tapeti di quest'alga sulle cascade travertinose noi abbiamo trovato oligocheti e le larve di efemeridi e di plecoteri.

Alcuni animali delle aque di una maggiore velocità sono anche molto importanti come creatori di travertino. Noto è il travertino dei chironomidi, il quale fu depositato in una grande quantità dalle arve di questi ditteri nella vicinanza del Stauropol in Ucraina (IBAJARUNAS-1921) e in Bavaria (WALLNER-1935). Simile abbiamo potuto anche noi constatare non solo coi chironomidi ma anche colle

conchiglie dell'alcune lumache, coi tubi dei tricotteri, solidi gusci delle larve e bozzoli del dittero *Calliophrys riparia* ed a.

#### E) LE QUALITÀ CHIMICHE DELL'AQUA

Il bicarbonato di calcio e la quantità del  $\text{CO}_2$  libero soluti in acqua sono importanti elementi dell'aqua, i quali fanno le condizioni per lo sviluppo e l'esistenza delle cascade travertinose e la vegetazione travertinosa su di loro. Nella aqua calcinata sono queste due componenti in un labile equilibrio chimico. Ognuna mancanza del libero  $\text{CO}_2$  è accompagnata della scissione del bicarbonato di calcio, il quale in tal modo si divide in porzioni equivalenti del carbonato di calcio insolubile e del libero  $\text{CO}_2$ . Come nelle aque molto calcate il libero  $\text{CO}_2$  ha una pressione parziale più elevata che quella dell'  $\text{CO}_2$  nell'atmosfera, ciò rende possibile l'evaporazione di questo gas dall'aqua. In seguito di ciò comparono i processi chimici, i quali hanno per conseguenza la deposizione dei carbonati insolubili, o il travertino. Questo fenomeno è specialmente intesivo dove l'aqua viene in un maggiore contatto coll'atmosfera, come succede nelle cascade ed in generale sui posti con una forte aerazione dell'aqua.

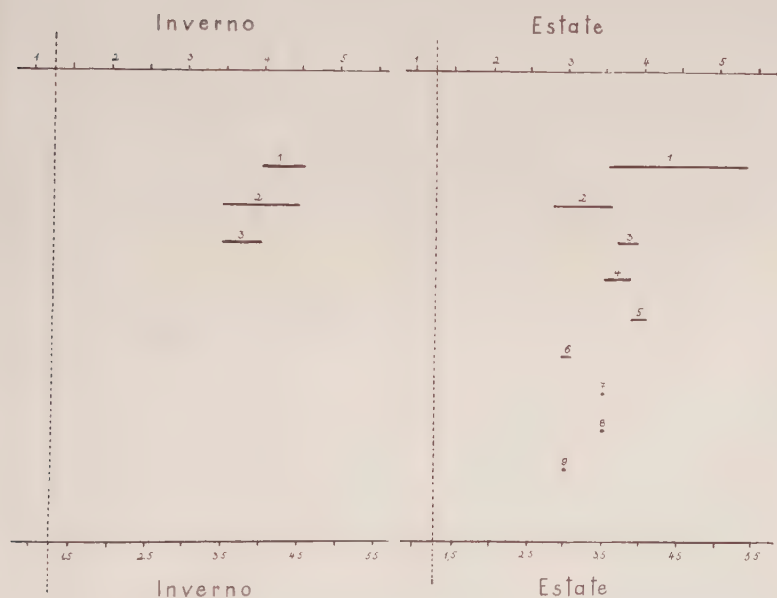
Secondo OHLE (1937) in tutte le aque coll'alcalità di 1,3 e la temperatura di  $14^\circ \text{C}$  la pressione parziale del acido carbonico in aqua e quella in atmosfera sono equilibrati. Perciò OHLE (1937) tutte le aque coll'alcalità oltre 1,3 considera come aque molto dure ed in loro deve accadere un'emigrazione del libero  $\text{CO}_2$  dall'aqua. Da ciò risulta che è molto importante sapere l'alcalità e la quantità del  $\text{CO}_2$  in aqua per determinare il potenziale di deposizione dell'aqua relativa. Secondo i dati presentati nella fig. 4 risulta che tutte le aque esplorate possiamo considerare come molto dure, perchè hanno l'alcalità oltre 1,3. Tuttavia in tutti i fiumi non si svolgono i processi di deposizione, perchè non hanno una temperatura favoreole. In alcuni non avviene la deposizione del travertino neanche durante l'estate a causa di temperatura bassa dell'aqua (Unac) e durante l'inverno nei tutti i fiumi per svolgimento di questo processo esistono inconvenienti condizioni di temperatura, sebbene durante questa stagione l'alcalità è un po' elevata. Avevamo potuto osservare, ch' esiste una differenza d'alcalità tra i fiumi colle grandi e sviluppati cascade e quelli dove le forme travertinose sono meno sviluppate, perchè i primi (Plitvička jezera, Krka ed a.) dimostrano relativamente grande differenze dell'alcalità, mentre presso i secondi queste differenze sono minori.

Nella fig. 5 abbiamo dimostrato le variabilità dell'alcalità in direzione scendente del fiume. In considerazione abbiamo potuto pren-

dere soltanto i fiumi, i quali fanno le cascade in un più lungo corso, come sono Krka, Plitvička jezera e Una. Mentre sui laghi di Plitvizza e la Krka la decadenza dell'alcalità si svolge parallelamente con un po' di deviazione, perchè colla deposizione del travertino gradata-

## L'ALCALITÀ NEI SINGOLI FIUMI

Fig. 4



1. Plitvička jezera  $T = 4^{\circ}\text{C}$   
 2. Una  $T = 8^{\circ} - 9^{\circ}\text{C}$   
 3. Mrežnica  $T = 7^{\circ} - 8^{\circ}\text{C}$

4. Plitvička jezera  $T = 13,6 - 20,4^{\circ}\text{C}$   
 2. Krka  $T = 9,2 - 23,3^{\circ}\text{C}$   
 3. Una  $T = 13,2 - 14,8^{\circ}\text{C}$   
 4. Mrežnica  $T = 13 - 23,1^{\circ}\text{C}$   
 5. Gacka  $T = 14,2 - 14,5^{\circ}\text{C}$   
 6. Pliva  $T = 13,7 - 14,1^{\circ}\text{C}$   
 7. Vrelo  $T = 13,2 - 15,1^{\circ}\text{C}$   
 8. Unac  $T = 9,5 - 10,5^{\circ}\text{C}$   
 9. Trebižat  $T = 19,8 - 21^{\circ}\text{C}$

mente si diminuisce la quantità del bicarbonato di calcio soluto in acqua. La regolare diminuzione dell'alcalità dalla sorgente verso la foce noi non abbiamo potuto costatare nel fiume Una, perchè in questo fiume l'alcalità è molto variabile. La causa di ciò sono da una parte i inconvenienti condizioni di temperatura, i quali fanno che l'acqua perde scarse quantità di bicarbonato, e d'altra parte i numerosi affluenti

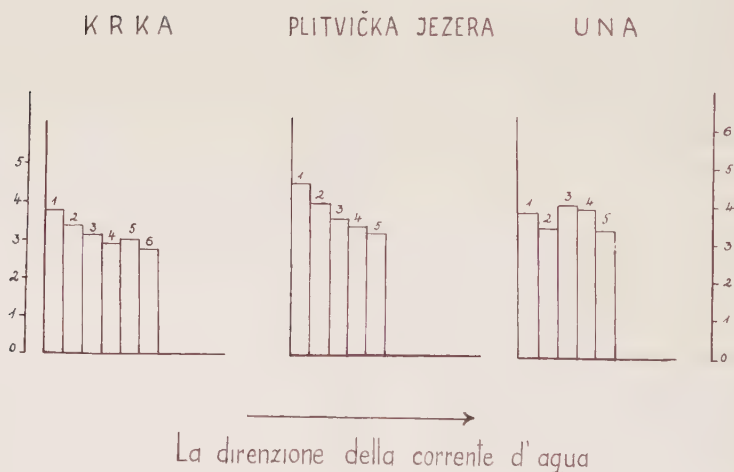


affluiscono nel fiume in tutta la lunghezza del corso. In tal modo quella quantità del bicarbonato perduto durante la deposizione i affluenti non solo che compensano, ma anche aggiungono in eccedenza.

Bisogna notare che le recenti analisi del travertino fossile dimostrano grande probabilità, che anche il bicarbonato di magnesio, sebbene è in una scarsa quantità soluto in acqua, può dividersi e provocare la deposizione del carbonato di magnesio insieme col carbonato di calcio. Una tale conclusione viene dal fatto che il travertino fossile ha spesso un carattere di dolomito, il quale dovesse essere di una origine primaria e non è formato colla precristallizzazione del travertino.

## LA VARIABILITÀ DELL' ALCALITÀ IN DIREZIONE SCENDENTE DEI SINGOLI FIUMI

Fig 5



1. Veliki buk
2. Bilušić buk
3. Brkljan
4. Mañojlovački slapovi
5. Roški slap
6. Skradinski buk

1. Labudovac
2. Galovac
3. Burgeš
4. Milka Trnina

1. Martin brod
2. Štrbački buk
3. Ripač
4. Kostela
5. Bosanska Krupa

Il carbonato di calcio che si separa dall'acqua viene fermato da corpi dei organismi. In tale modo i organismi impediscono che l'acqua porti via il carbonato. L'attività assimilatoria delle piante la quale

in questo processo fu prima molto accentuata, in realtà è di una scarsa importanza

Bisogna notare che la durezza e l'alcalità dell'acqua dipendono dalla quantità del libero  $\text{CO}_2$ , il quale è un fattore ecologico molto variabile. Le nostre misurazioni hanno dimostrato che la quantità del libero acido carbonico soluto in acqua è variabile durante le 24 ore ed in seguito di ciò si è potuto constatare anche le oscillazioni giornaliere della composizione chimica dell'acqua, rispettivamente della quantità del bicarbonato soluto in acqua. Lo stesso così il cambiamento della quantità del acido carbonico soluto in acqua in direzione scendente del fiume è accompagnato dalla riduzione dell'alcalità, rispettivamente del bicarbonato soluto.

La quantità dell'ossigeno in acqua sulle cascade esplorate ammonta tra 3,5 e 9 ccm/l. Perciò queste acque possiamo considerare come poliossigeniche. A causa di favorevoli condizioni di ossigeno le acque esplorate sono popolate principalmente dai macrostenoossibionti, come sono p.e. le larve dei alcuni efemeridi, tricoteri e ditteri, ed alcuni muschi.

#### F) I FATTORI BIOLOGICI

Le associazioni dei organismi sulle cascade travertinose dimostrano una grande dinamica, la quale troviamo raramente su altri i biotopi. Dal costante cambiamento delle condizioni di vita, a causa di costante crescimento delle formazioni travertinose, risulta lo sviluppo delle nuove associazioni, le quali seguono i cambiamenti creati.

Le più primitive forme delle associazioni di organismi sulle cascade travertinose troviamo sui bassi posti sotto l'acqua, sui quali avviene l'aerazione a causa di diversi ragioni nei fiumi dove esistono i condizioni favorevoli di velocità, temperatura, ossigeno e l'alcalità dell'acqua. Su questi posti esistono i condizioni per una più intensa deposizione del carbonato di calcio ed il popolamento di alcune piante ed animali. In primo luogo questo sono le alghe azzurre, come p.s. *Phormidium favosum*, ed accanto di loro frequenti sono anche le diatomee. Colla loro presenza rendono possibile il trattenimento del travertino e su questi posti gradatamente crescono le deposizioni del travertino, le quali sono popolate anche da altre piante, principalmente dai muschi, come *Pellia fabbroniana*, *Aneura pinguis*, *Didymodon tophaceus*, *Haplozia riparia* var. *rivularis* ed a. Insieme coi muschi su queste abitazioni incontriamo anche numerose specie di animali dei gruppi *Nematoda*, *Amphipoda*, *Ephemerida*, *Trichoptera* ed a. Come questo sono le stazioni molto illuminati loro vengono presto popolate dal

muschio *Cinclidotus aquaticus*, il quale sollecita ancora di più il crescimento delle formazioni travertinose. Nel tempo quando questo muschio non è ancora molto calcificato, lavando la sua piota si tolgono molte specie di animali, tra i quali il nematode *Plectus cirratus*, i oligocheti *Enchytraeoides arenarius*, *Eiseniella tetraedra f. typica*, *Rhyacodrilus coccineus*, diverse specie di anfipodi come *Rivulogammarus balcanicus konjicensis*, *Fontogammarus dalmatinus krken-sis*, *Ostiogammarus pungens*, larve di efemeridi, tricoteri ed a. In caso se questa associazione di organismi si sviluppa sotto le condizioni di una scarsa illuminazione allora si sviluppano altri invece di menzionati muschi, e specialmente *Bryum ventricosum* e *Cratoneurum commutatum*, come p.e. sui laghi di Plitvizza. Il cambiamento delle zoocenosi non è condizionato tanto dalla quantità di luce, perchè in ambi i casi abbiamo trovato una simile composizione di animali, con una tale differenza che qui era presente un minore numero di specie. Così qui abbiamo trovato anche i nematodi *Actinolaimus macrolaimus*, *Acrobeles emerginatus* ed a., i oligocheti *Pachydriulus lineatus*, *Eophyla oculata* ed a., i anfipodi *Rivulogammarus balcanicus konjicensis*, i idracarini *Aturus crinitus*, *Pseudotorrenticola rhynchota* e varie specie di larve dei efemeridi, odonati, plecoteri, tricoteri e ditteri. Queste abitazioni sono popolate anche dai coleotteri *Riolus nitens* e *Helmis maugei*, i quali coi sui organi di accettazione si attaccano ai muschi, che si sviluppano sui posti con una più forte, come anche su quelli di una scarsa illuminazione.

Dopo che le formazioni travertinose risultano così grandi di formare piccole cascade, esse ricevono ancora un importante membro, il muschio *Platyhypnidium rusciforme*, il quale si sviluppa in una grande quantità sui posti dell'intensiva dispersione dell'acqua. Come su questi posti esiste anche una maggiore quantità d'ossigeno, essi sono popolati dalle determinate larve di efemeridi, tricoteri e ditteri, ai quali per il loro sviluppo occorre una maggiore quantità di questo elemento.

Con un avanzato crecimiento delle barriere, su di loro si sviluppano nuove forme travertinose, come sono le semibarbe, barbe, i coni, le cortine e simile. Queste nuove forme sono accompagnate da nuove associazioni di organismi. Così sotto le barbe travertinose si sviluppano stazioni molto ombreggiate, le quali sono popolate dalle piante molto oligofote, come sono i muschi *Fissidens crassipes* e specie di *Eucladium*. Sui coni travertinosi, i quali si formano sulle grandi e alte barriere, i muschi fanno cosiddetta „vegetazione-mosaico”, composta da *Cinclidotus aquaticus*, *Platyhypnidium rusciforme* e di rado *Cratoneurum commutatum*, come anche dall'alga verde *Vaucheria*. In questa associazione di organismi abbiamo trovato la specie di nematodi *Monchystera filiformis*, l'anfipode *Rivulogamma-*



*rus balcanicus konjicensis*, le larve di plecoteri *Leuctra hippopus* e *Capnia vidua*, le larve di tricoteri *Hydropsiche* sp., *Psychomyia* sp. ed a. Sull'erba *Agrostis verticillata*, la quale accompagna spesso tali formazioni, come anche su altre le piante, sono trovate le specie di genere *Simulium*.

Dopo poco tempo tali barriere presto vengono coperte dalla vegetazione fanerogama e così la superficie delle cascade diviene ombreggiata. Perciò da questi posti spariscono le piante della luce, le quali cedono il posto alle piante dell'ombra, tra i quali si mette in rilievo colla sua numerosità *Cratoneurum commutatum*. Le continue piote di questo muschio producono favorevoli condizioni per il popolamento dei animali.

A causa di variabilità delle condizioni idrologiche nel fiume può succedere che le grandi barriere coi posti ombreggiati vengono spezzate. In questo caso sul fiume di nuovo nascono le condizioni per il sviluppo di piante della luce. Un simile caso in una forma più caratteristica troviamo nel fiume Pliva presso Jajce in Bosnia.

Dal tutto su notato risulta che le biocenosi sulle cascade travertinose sono sottoposte ai grandi cambiamenti, i quali sono causati principalmente dalle piante e solo parzialmente dai animali.

#### G) LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA VITA SULLE CASCADE TRAVERTINOSE ESPLORATE

Dall'analisi dei fattori ecologici si può vedere che le condizioni di vita sui posti delle cascade travertinose sono diverse di quelle sui altri biotopi acquatici. Per la maggioranza dei organismi di questi biotopi l'acqua presenta un medio ecologico primario. Ciò vale specialmente per i animali e meno per le piante, le quali popolano principalmente i posti con una forte aerazione dell'acqua. Perciò queste piante sono più igrofiti, che idrofiti.

La temperatura dell'acqua sulle cascade travertinose agisce verso due direzioni. Da una parte essa è un fattore limitante per la distribuzione e composizione delle biocenosi, e d'altra essa è un importante fattore durante il processo di deposizione del travertino, dove è molto importante la partecipazione dei organismi. Noi abbiamo constatato che per il sviluppo dei organismi la migliore temperatura è di circa 20° C, mentre la più favorevole temperatura per la vegetazione travertinosa, come anche per il collegato mondo animale, è tra 15 e 20°C.

Nella regione esplorata esistono due principali tipi di cascade in relazione della luce. Per le molto illuminate cascade è caratteristico, che sono coperte dalla vegetazione travertinosa, la quale non

produce intensivamente le formazioni travertinose. Il mondo animale è qui molto di più numeroso e diverso che nei posti con una scarsa illuminazione, i quali danno ottime condizioni per il sviluppo di vegetazione travertinosa, non così favorevole per un trattenimento delle specie animali.

A causa di una forte dispersione dell'acqua, provocata dalla corrente, l'acqua contiene una elevata quantità d'ossigeno e questi regioni popolano principalmente i organismi con un grande bisogno d'ossigeno (macrostenossibionti).

Il numero di specie diminuisce nelle acque di una velocità maggiore di 1,5 m/sec. cosicché nelle velocità maggiori di 3 m/sec. abbiamo trovato solo alcune specie. Qui nel primo posto si deve menzionare la alga *Oocardium stratum* e il coleottero *Riolus nitens*.

I organismi sulle cascade travertinose esplorate vivono in un medio di alcalità relativamente elevata (2,8—5,2), la quale è oltre il limite di deposizione. Ciò da una parte provoca la deposizione del travertino e d'altra il sviluppo dei organismi, i quali trattengono col suo corpo il carbonato di calcio separato dall'acqua ed in tal modo impediscono che l'acqua lo porti via.

Le associazioni di organismi sulle cascade travertinose dimostrano una grande dinamica, che è condizionata dal più lento o veloce crescimento delle formazioni travertinose. Le più primitive associazioni si sviluppano sui bassi posti sotto l'acqua, cioè nei posti con una grande aerazione, che può essere provocata in diversi modi. Più tardi questo sviluppo scorre in direzione di creare le associazioni della luce, le quali il suo più alto grado ottengono colla vegetazione fanerogama, la quale fa le condizioni per il sviluppo dei posti ombreggiati colle singolari biocenosi.

#### RIASSUNTO

Il nostro lavoro di molti anni sulle cascade travertinose dei fiumi carsici jugoslavi era diretto verso le esplorazioni delle condizioni di vita su questi specifici biotopi. A causa di questa specificità loro erano potuti popolati solo da determinati specie di piante e di animali, i quali sono adattati su queste condizioni speciali. Esse creano le associazioni, ai quali fa la base la vigorosa vegetazione di muschi e di alghe, e un po' di meno anche di altre piante. Questa vegetazione è accompagnata da numerosi rappresentanti dai diversi gruppi di animali, come quelli di *Turbellaria*, *Gastropoda*, *Oligochaeta*, *Hirudinea*, *Amphipoda*, *Insecta* ed a.

Dai fattori ecologici erano esplorati le condizioni di vita fisico-chimiche e biologiche. In estate la temperatura dell'acqua era sem-

pre oltre la temperatura-limite di deposizione (oltre 14° C), e durante l'inverno generalmente erano le condizioni inconvenienti per i processi di deposizione.

Nella parte superficiale delle cascade abbiamo constatato due specie di abitazione in relazione della luce. Forte illuminate cascade erano popolate dalle associazioni della luce, ed a causa di meno calcificata vegetazione erano molto più ricche di animali. Meno illuminate cascade avevano più favorevoli condizioni per il sviluppo della vegetazione travertinosa, la quale era molto calcificata, che cosa non porgeva favorevoli condizioni per il sviluppo del mondo animale.

Abbiamo constatato che la più favorevole velocità dell'acqua per lo sviluppo dei organismi, i quali popolano i posti delle cascade travertinose, è tra 0,5 e 1,5 m/sec., sebbene sui singoli abitazioni la velocità dell'acqua era fra 0,5—3,5 m/sec.

A causa di una favorevole alcalità, la quale nelle aque esplorate ammonta tra 2,8 e 5,2, i processi di deposizione sono molto attivi. E costattato un graduale abbassamento dell'alcalità in direzione scendente del fiume, che cosa si mette in relazione colla perdita del carbonato durante il processo di deposizione.

La quantità del ossigeno ammontava da 3,5—9 ccm/l. e perciò generalmente tutte queste aque si possono considerare come polioossitipiche.

Per le biocenosi delle cascade travertinose e caratteristica una grande dinamica nel loro sviluppo. Le più primitive forme delle associazioni sono composte principalmente dai idrofiti. Con un avanzato sviluppo delle formazioni travertinose appaiono nuove stazioni con nuove associazioni. Il climax presenta la vegetazione fanerogama, la quale crea stazioni ombreggiate, dove si sviluppa speciale vegetazione travertinosa dell' ombra. Questi cambiamenti di vegetazione vengono accompagnati da numerose specie di animali dei gruppi *Amphipoda*, *Ephemera*, *Trichoptera*, *Plecoptera*, *Coleoptera* ed a.

In fine sono dimostrate le principali caratteristiche di vita in relazione colle condizioni fisico-chimiche e biologiche.

#### SUMMARY

For a number of years, our work on travertine cascades of Yugoslav Karstic rivers has been directed towards the study of living conditions in these specific biotypes. Owing to their specificity, they could have been inhabited only by certain plant and animal species which have been adapted to these specific conditions. Their communities have been created on a rich moss and seaweed vegetation basis



and, to a somewhat smaller extent, also on that of other plants. This vegetation is accompanied by numerous representatives of various animal groups such as: turbellaria, gastropods, oligochaeta, hirudineids, amphipods, insects et al.

As far as ecologic factors are concerned, physical, chemical and biological living conditions have been studied. In summer, water temperature is always above the deposition boundary (above 14°C), while in winter, conditions are generally unfavourable for deposition processes.

In connection with light, two habitats were observed on the surface parts of the cascades. The strongly lighted cascades were inhabited by light communities which were considerably richer in animal population, owing to poorly calcified vegetation. As to the development of travertine vegetation, poorly lighted cascades which had been amply calcified, were in a much more favourable position and thus provided unfavourable conditions for the development of animal life.

The water speed most favourable for the development of organisms inhabiting travertine cascades has been found to lie between 0.5 and 1.5 meters per second, although in individual habitats water speed amounted to between 0.5 and 3.5 meters per second.

Owing to favourable alkalinity, amounting, in the waters investigated, to between 2.8 and 5.2, depositing processes have been very intense. The gradual lowering of alkalinity in the downstream course of rivers, which is brought into connection with the losing of carbonates during the deposition process, has also been established.

As the quantity of oxygen amounted to between 3.5—9 ccm/l, these waters can be considered to be polyoxotypical.

The biocenosis on travertine cascades are characterized by their very dynamic development. The most primitive forms of communities are mainly composed of hydrophytes. The further development of travertine forms brings about new habitats with new communities. The climax is represented by phanerogamic vegetation, creating rocky habitats where special travertine shade vegetation develops. These changes in vegetation have been accompanied by numerous animal species of the afore-mentioned groups.

Finally, the main characteristics of life in terms of physical, chemical and biological conditions have been presented.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die mehrjährige Arbeit der Autoren auf den Kalktuffbildenden Wasserfällen der jugoslawischen Karstgewässer war den Erforschun-

gen der Lebensbedingungen auf diesen spezifischen Biotopen gewidmet. Wegen ihrer Eigentümlichkeit konnten die Kalktuffwasserfälle nur von bestimmten Pflanzen- und Tierarten besiedelt werden, die an diese besonderen Bedingungen angepasst sind. Sie bilden Gemeinschaften auf eine üppige Moos- und Algenvegetation und etwas weniger auch auf anderen Pflanzen. Diese Vegetation wird von zahlreichen Vertretern verschiedener Tiergruppen begleitet, wie Turbellaria, Gastropoda, Oligochaeta, Hirudinea, Amphipoda, Insecta u.a.

Von ökologischen Faktoren wurden die physikalisch-chemischen und biologischen Bedingungen untersucht. Im Sommer war die Wassertemperatur immer über der Grenztemperatur der Ablagerung (über 14°C), während die Ablagerungsbedingungen im Winter im allgemeinen ungünstig waren.

In den oberflächenlichen Teilen der Wasserfälle wurden, im Verhältnis zu dem Licht, zwei Arten von Standorten festgestellt. Die stark belichteten Wasserfälle sind von Lichtgemeinschaften besiedelt, die wegen der weniger kalzifizierten Vegetation viel mehr Tiere enthalten. Weniger belichtete Wasserfälle zeigen günstigere Bedingungen für eine Entwicklung der Kalktuffvegetation. Diese Vegetation wird sehr kalzifiziert und ist für der Entwicklung der Tierwelt ungünstig.

Es wurde festgestellt, dass die günstige Wassergeschwindigkeit für die Entwicklung von Organismen, die die Standorte der Kalktuffwasserfälle besiedeln, zwischen 0,5 und 1,5 m-Sek ist, wiewohl die Wassergeschwindigkeit an einzelnen Standorten zwischen 0,5 und 3,5 m-Sek betrug.

Wegen der günstigen Alkalität (2,8—5,2) sind die Ablagerungsvorgänge sehr aktiv. Flussabwärts wurde ein allmählicher Fall der Alkalitätswerte festgestellt, was auf den Verlust des Karbonates während der Ablagerungsvorgänge zurückgeführt wird.

Die Sauerstoffmenge beträgt zwischen 3,5—9 ccm/l; im allgemeinen können wir deshalb all diese Gewässer als polyoxytypisch betrachten.

Für die Gemeinschaften der Kalktuffwasserfälle ist eine grosse Dynamik in ihrer Entwicklung charakteristisch. Die primitivsten Formen der Lebensgemeinschaften sind hauptsächlich aus Hydrophyten zusammengesetzt. Mit der weiteren Entwicklung der Kalktuffformen erscheinen neue Standorte mit neuen Gemeinschaften. Das Klimax stellt die Vegetation der höheren Pflanzen dar, die Schattenstandorte macht, wo sich eine besondere Schattenkalktuffvegetation entwickelt. Diese Vegetationsänderungen werden von zahlreichen Tierarten der genannten Gruppen begleitet.

Zum Schluss wird die Hauptcharakteristik des Lebens in Bezug auf die physikalisch-chemischen und biologischen Bedingungen dargestellt.

# LETTERATURA

- BAJARUNAS, M. - 1921 - Les touffes calcaires contemporains des environ de Stauropol. *Acta Inst. agronom. Stauropol*, 2, Nr. 1.
- GESSNER, F. - 1955 - Hydrobotanik, Berlin.
- MATONIČKIN, I. & PAVLETIĆ, Z. - 1959 - Životne zajednice na sedrenim slapovima rijeke Une i u brzicama pritoke Unca. *Acta musei mac. sci. nat.* 6, 76—99.
- MATONIČKIN, I. & PAVLETIĆ, Z. - 1960 - Grada za upoznavanje životnih zajednica u riječici Vrelo kod Dubrovnika. *Acta bot. croatica* 18, 124—135.
- MATONIČKIN, I. & PAVLETIĆ, Z. - Biocenološki odnosi slapa Kravice na rijeci Trebižatu u Hercegovini. - Prirodoslovna istraživanja Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, *Acta biol.* (in corso di stampa).
- OHLE, W. - 1937 - Kalksystematik unserer Binnengewässer und der Kalkgehalt Rügener Bäche. - *Geol. der Meere und Binnengewässer* 1, 291—316.
- PAVLETIĆ, Z. - 1960 - Sedreni slapovi na rijeci krki i njihov postanak.-Krš Jugoslavije, *Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti*, 2, 71—98.
- PEVALEK, I. - 1953 - Prikaz i stanje sedre na Krki. Krka i problemi njezine zaštite. - *Konz. zavod N.R. Hrvatske*, 30—41.
- PEVALEK, L. - 1953 - Sedrotvorci, sedra i biodinamika. - Krka i problemi njezine zaštite. *Konz. zavod N.R. Hrvatske*, 15—30.
- REICHARDT, H. W. - 1860 - Über das Alter des Laubmoose. *Verh. Zool.-bot. Ges. in Wien* 10, 589.
- WALLNER, J. - 1935 - Zur Kenntnis der Gattung Oocardium.-*Hedwigia* 25, 130—136.
- WALLNER, J. - 1935 - Über die Beteiligung Kalkablagender Algen am Aufbau der chironomiden Tuffe.-*Beih. Bot. Zbl. Abt. A.* 54, 142—150.

Indirizzi dei autori:

Prof. dr. IVO MATONIČKIN, Demetrova 1, Zagreb  
Jugoslavija  
Doc. dr. ZLATKO PAVLETIĆ, Marulićev trg 20, Zagreb  
Jugoslavija



# Quelques rotateurs rares observés en Hollande

P. LEENTVAAR

(avec 3 figs.)

(R.I.V.O.N. - communication nr. 95)

(Institut de Recherches Ecologiques pour la Protection de la  
Nature)

L'Institut de Recherches Ecologiques pour la Protection de la Nature en Hollande s'occupe depuis quelques années de la qualification limnologique de toutes sortes d'eaux, particulièrement des eaux naturelles. On a récolté du plancton pour faire caractériser les eaux selon leur contenance biocénotique. Pendant l'année 1960, certaines récoltes de plancton étaient intéressantes au point de vue des Rotateurs observés. Les données sur ce point concernent l'observation de quelques espèces rares et non-observées en Hollande auparavant. Il s'agit des espèces suivantes.

## FAMILLE BRACHIONIDAE

Genre *Kellicottia*: *Kellicottia bostoniensis* (ROUSSELET). Cette espèce a été distinguée de *Kellicottia longispina* (KELlicOTT), qui est assez fréquente en Hollande, par la présence de quatre épines sur la partie antérieure de la carapace. L'espèce est connue de l'Amérique du Nord. CARLIN (1943) l'a trouvée une fois en Suède, dans le lac Ekolmssjön. L'eau de ce lac était anaérobie par la réduction sulfurique, le pH: 5,3, le contenu en matière organique, exprimée en  $\text{KMnO}_4$ : 457 mg/l.

En Hollande, *Kellicottia bostoniensis* a été trouvée le 29—7—1960 dans une petite mare à eau brunâtre, située dans la province de Friesland près de la commune d'Ureterp. Au commencement du siècle, la mare était située dans une bruyère au sol sablonneux. Maintenant, cette région a été cultivée en prairie. Auparavant, la

mare était probablement à eau douce, acide et oligotrophique („ven”), comme toutes les mares dans cette région. La fertilisation du sol entourant la mare a sans doute augmenté le contenu en ions de l'eau. Le 29—7—1960, la composition ionique était la suivante: pH = 5,5, Cl' 62,6 mg/l, KMnO<sub>4</sub>, 590 mg/l (eau non filtrée), KMnO<sub>4</sub>, 35 mg/l (eau filtrée), Ca<sup>++</sup> 18,4 mg/l. A présent, le milieu chimique de la mare est de caractère mesotrophique. La ressemblance du milieu à celui du lac Ekolmssjon est frappante au point de vue du pH et du contenu en KMnO<sub>4</sub>. L'analyse biocénotique du plancton vient de confirmer le caractère mesotrophique par sa composition typique, qui est caractérisée par l'absence d'espèces oligotraphentes et eutraphentes. Le 2—9—1960, *Kellicottia bostoniensis* n'a plus été observée. *Kellicottia bostoniensis* est une espèce nouvelle pour la Hollande.

**Genre Brachionus: *Brachionus bennini* (LEISSLING).**

Cette espèce a été récoltée en Hollande en août 1960 à plusieurs endroits dans le „Brabantse Biesbosch”. Le „Brabantse Biesbosch” est situé dans le Delta du Rhin, au sud-est de Rotterdam et au confluent du Rhin et de la Meuse. Entre ces deux fleuves s'étend un vaste terrain marécageux creusé de grandes et petites criques et bordé de vases en roseraies, jonchères et saules. C'est ici que se trouve la région de la marée d'eau douce du Rhin et de la Meuse. De ce chef, l'eau dans les criques du „Biesbosch” est toujours courante, oscillant aussi bien en direction verticale qu'en direction horizontale. Il ne pousse aucun phanérogame aquatique dans les criques. Excepté dans des situations extraordinaires, lorsque l'écoulement de la Meuse est très bas, l'eau du „Biesbosch” est principalement approvisionnée par la Meuse. Considérant la difficulté de donner une idée de la composition chimique de l'eau du „Brabantse Biesbosch”, par suite de l'influence de l'eau de la Meuse et du Rhin, je me permets de me restreindre aux données du 11—10—1960 au centre du complexe (Vlooiensloot): pH = 7,8, KMnO<sub>4</sub> 15 mg/l (eau non-filtrée), NO<sub>3</sub>' 9 mg/l, Ca<sup>++</sup> 62,1 mg/l, Cl' 41,9 mg/l. Pendant l'année 1960, quatre échantillons de plancton ont été récoltés aux stations à l'intérieur du „Biesbosch” et deux autres dans le Rhin et la Meuse. Les échantillons ont été pris deux fois par mois. Le Rotateur *Brachionus bennini* n'a été trouvé qu'au cours des mois d'août et de septembre, et seulement aux quatre stations du „Biesbosch”. C'est une espèce nouvelle pour la Hollande. Le Rotateur *Brachionus bennini* est distribué dans le plancton des fleuves et des eaux stagnantes en Allemagne (Warthe), Bohème, France, Suède, Amérique du Nord, Afrique Orientale (VOIGT 1957).

*Brachionus budapestinensis* DADAY.

Cette espèce a été trouvée en quelques exemplaires à l'intérieur du „Brabantse Biesbosch” en juillet 1959. Dans les récoltes de 1960, aucun exemplaire n'a été observé. Espèce nouvelle pour la Hollande. Distribution: dans le plancton d'été des mares. Allemagne, Bohême. France, Suède, Russie, Amérique du Nord et du Sud (VOIGT 1957).

*Brachionus urceolaris* var. *sericus* ROUSSELET. (voir fig. 1).

L'espèce *Brachionus urceolaris* O. F. MULLER se trouve en Hollande dans les canaux, les petites mares, les lacs peu profonds, les eaux peu saumâtres et surtout dans les eaux polluées, en pH 7—9. Pendant l'année 1960, j'ai trouvé dans le plancton de quelques mares à eau douce acide, oligotrophique et non-polluée, situées en terrain plisto-cène sablonneux de la Hollande, la var. *Brachionus urceolaris* var. *sericus*. La var. *sericus*, trouvée dans ces mares acides, se distingue de l'espèce *Br. urceolaris* non seulement par son habitus, mais aussi par son biotope. La var. *sericus* a été trouvée dans les mares suivantes:

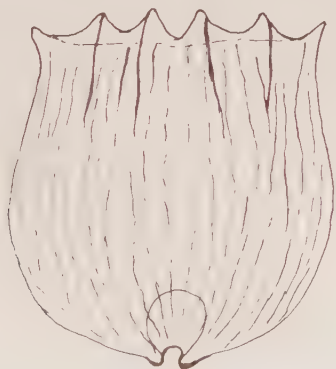


Fig. 1. *Brachionu urceolaris* var. *sericus*. Schurenbergven

Gerritsfles (prov. Gelderland, commune de Kootwijk) pH = 4,1, Cl' 15,2 mg/l, Ca<sup>++</sup> 6,6 mg/l, 27—7—1960; Schurenbergven (prov. Drente, commune de Dwingelo) pH = 4,3, Cl' 23 mg/l, Ca<sup>++</sup> 5,9 mg/l, 28—7—1960; Makkumerplas (prov. Drente, commune de Beilen) pH = 4,1, Cl' 35,3 mg/l, Ca<sup>++</sup> 11,2 mg/l, 28—7—1960; Waskolk (prov. Gelderland, commune de Nunspeet) pH = 4,4, Cl' 18,2 mg/l, Ca<sup>++</sup> 10,6 mg/l, 27—7—1960; Leersumseplas (prov. Utrecht, commune de Leersum) pH = 5—5,5, Cl' 15 mg/l, 24—6—1959.

Il me semble utile de distinguer la var. *sericus* à cause de son biotope différent. GILLARD, qui a bien voulu vérifier la détermina-



tion de l'espèce, ne sépare pas la var. *sericus*. Il le situe dans l'espèce *Br. urceolaris*. C'est pourquoi on ne peut vérifier si la var. *sericus* a été trouvée en Belgique (voir GILLARD 1948). *Brachionus urceolaris* var. *sericus* se trouve grand nombre dans les „Almtümpel” des hautes montagnes en Autriche (FINDENEGG 1959). AHLSTRÖM (1940) est d'opinion qu'il est impossible de distinguer le *Brachionus urceolaris* var. *sericus*. Il a noté l'observation suivante: „This species was common in a sample from the Itibisinai Sea in Japan in which the pH was allegedly 3,3. If this observation on the pH is accurate, the habitat is an unusual exception as *Brachionus* is an alkaline water fauna seldom found in waters with a pH below 6,6 and then as stragglers”.

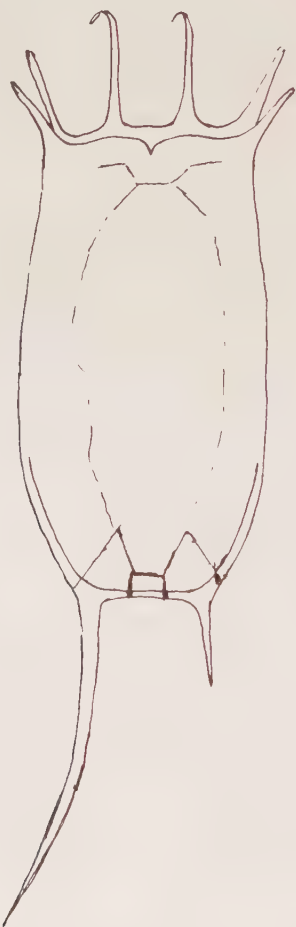


Fig. 2. *Keratella tropica*. Brabantse Biesbosch

Mes observations en Hollande d'un Brachionide dans des biotopes au pH 4,1, 4,3, 4,1. 4,4, et 5,0—5,5 sont donc bien remarquables.

Genre *Keratella*: *Keratella tropica* (APSTEIN). (voir fig. 2).

Comme dans le genre *Brachionus*, la discussion sur les variations dans le genre *Keratella* n'est pas finie. CARLIN (1943) a distingué dans l'espèce *Keratella valga* les groupes *valga*, *tropica* et *procurva*. BERZINS (1956) a publié une révision de l'espèce *Keratella valga*, basée sur la structure constante de la carapace dorsale, qui a été étudiée par Mme RUTTNER-KOLISKO (1949 in litt.) en culture de laboratoire. Ainsi, la variabilité de la longueur des épines postérieures a été éliminée, se fondant sur les diagnoses taxonomiques. Maintenant j'ai récolté dans le „Brabantse Biesbosch” quelques exemplaires de *Keratella tropica* BERZINS 1956, seulement au cours des mois d'août et de septembre. La carte de distribution géographique des *Keratella valga* et *K. tropica* donnée par BERZINS (1956) montre que cette dernière espèce se rencontre dans des régions tropicales et subtropicales. Or, l'observation faite dans le „Biesbosch” est bien remarquable, cette région étant située dans un climat tempéré. Il faut se réaliser que la *Keratella tropica* n'a été trouvée qu'au cours des mois d'été et seulement en deux ou trois exemplaires par station. On peut en conclure que les conditions ne sont pas optimales et que l'espèce vit ici à l'extrémité de son aréal. Cependant, par rapport



Fig. 3. *Conochiloides coenobasis*. Brabantse Biesbosch

à la distribution de cette espèce, il nous manque de données suffisantes pour arriver aux conclusions générales. Pour la Hollande c'est une espèce rare, d'abord par sa périodicité limitée au mois d'été, ensuite par sa population clairsemée et enfin par sa présence localisée. C'est bien la raison pour laquelle on n'a pas observé l'espèce auparavant en Hollande. BERZINS, qui a vérifié mes déterminations des Rotateurs trouvés dans le „Brabantse Biesbosch”, m'a écrit, qu'il est d'opinion que la *Keratella tropica* du „Biesbosch” est une espèce immigrante, distribuée par des bateaux citernes. Je ne suis pas de cette opinion, parce que les portes de Rotterdam et de Dordrecht sont situées sur le cours inférieur du Rhin et de la Meuse en aval du „Brabantse Biesbosch”.

#### FAMILLE CONOCHILIDAE

*Conochiloides coenobasis* SKOROKOV. (voir fig. 3).

L'espèce a été trouvée en grand nombre le 2—8—1960, dans trois stations à l'intérieur du „Brabantse Biesbosch”; en même temps, elle était observée en nombre restreint dans la station de la Meuse. C'est une nouvelle espèce pour la Hollande. Distribution générale: dans le plancton des eaux courantes et stagnantes. Russie (Volga), Suède (Motala), Amérique du Nord (VOIGT 1957). L'espèce *Conochiloides natans* (SELIGO) a été trouvée en même temps en nombre restreint.

#### LITTÉRATURE

- AHLSTRÖM, E. H., - 1941 - A revision of the Rotatorian genera *Brachionus* and *Platyas*. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 77, 143—185.  
 ——— 1943 - A revision of the Rotatorian Genus *Keratella* etc., *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 43, 411—457.  
 BERZINS, B., - 1956 - Taxonomie und Verbreitung von *Keratella valga* und verwandten Formen. *Arkiv för Zool.* 8, 7, 549—559.  
 CARLIN, B., - 1943 - Die Planktonrotatoren des Motalastroms. *Medd. Lunds Univ. Limn. Inst.* 5, 1—255.  
 EDMONDSON, W. T. & G. E. HUTCHINSON, - 1934 - Report on Rotatoria. *Mem. Conn. Acad. Arts & Sciences* X.  
 ——— 1959 - Fresh water biology. New York 1959.  
 FINDENEGG, I., - 1959 - Die Gewässer Oesterreichs. Publ. 14me Congrès Intern. Limnol. Vienne.  
 GILLARD, A. A. M., - 1948 - De Brachionidea (Rotatoria) van België. *Nat. Wet. Tijdschr. België* 30, 159—218.  
 GRAAF, F. DE - 1956 - Studies on Rotatoria and Rhizopoda from the Netherlands. *Biol. Jaarb.* 145—216.  
 OYE, P. VAN, 1947 - Recherches sur les Rotateurs de Belgique. *Ann. Soc. Roy. Belgique* 78, 5—23.  
 ——— - 1952 - Recherches sur les Rotateurs de Belgique. *Biol. Jaarb.* 82, 269—328.



- , 1950 - Recherches sur les Rotateurs de Belgique. *Biol. Jaarb.* 81, 1 65—177.
- REDEKE, H. C., - 1935 - Synopsis van het Nederlandse zoet- en brakwater-plankton. Amsterdam 1935.
- RIDDER, MARG. DE, - 1957 - Onderzoekingen over brakwaterrotatorien. *Biol. Jaarb.* 89—131.
- VOIGT, M., - 1956 - Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin 1956.
- WIBAUT - ISEBREE MOENS, N. L. - 1954 - Plankton, dans: Veranderingen in de Flora en Fauna van de Zuiderzee na de afsluiting in 1932. Den Helder 1954.
- WULFERT, K., - 1960 - Die Rädertiere saurer Gewässer der Dübener Heide I und II. *Arch. f. Hydrob.* 56, 261—298, 311—333.

# Influence de la température sur la consommation d'oxygène de quelques larves de Trichoptères

par

C. COLLARDEAU

(avec 4 figs.)

Les larves de Trichoptères sont très largement répandues dans la nature; elles semblent cependant avoir été quelque peu délaissées par les physiologistes. Le groupe constitue pourtant un très bon sujet d'étude; tout en étant assez homogène, il présente une grande variété de types morphologiques, anatomiques et surtout biologiques. Il permettrait de mettre en parallèle des variations anatomiques ou biologiques avec d'éventuelles variations physiologiques. La variété des biotopes habités par les larves de Trichoptères intéresse surtout les écologistes. On trouve en effet ces larves dans les mares, les étangs, les ruisseaux et les torrents, il en existe même une espèce terrestre (*Enoicyla pusilla* BURM.). L'étude des relations pouvant exister entre les habitats et la physiologie des êtres vivants forme un chapitre important de l'écologie. Le présent travail envisage pour trois de ces larves, l'influence d'un facteur d'habitat: la température, sur un phénomène physiologique: la consommation d'oxygène.

## 1. MATERIEL ET METHODE

Les larves utilisées dans ces expériences ont été récoltées dans le cours moyen d'un ruisseau de la région lyonnaise: Le Mornantet.<sup>1)</sup>

Deux espèces proviennent de la partie rocheuse à courant rapide, ce sont: *Polycentropus flavomaculatus* PICT. et *Plectrocnemia conspersa* (CURT.). Une autre provient d'une cuvette à fond vaseux et à courant faible ou nul. Il s'agit de *Limnophilus rhombicus* (L.)

<sup>1)</sup> Une description détaillée du cours moyen du Mornantet est donnée dans une note sur la biologie de *Micropterna testacea* GMEL. (BOURNAUD, -CASOLI-MEIN, COLLARDEAU — Observations sur la biologie de *M. testacea*. (*Bull. mens. Soc. Linn. Lyon* 1961, 30, no. 3, op 44-47).

Le principe de la méthode employée est extrêmement simple. Les larves sont placées dans des cellules à respiration hermétiquement fermées. Au bout d'un temps donné, on dose l'oxygène dissous dans l'eau où ont respiré les larves. Cette eau est comparée à celle d'un flacon-témoin placé dans les mêmes conditions. Par différence on obtient la consommation d'oxygène des animaux. L'oxygène dissous est dosé par la méthode de WINCKLER.

Les expériences ont été menées en milieu confiné, mais le taux d'oxygène dissous a toujours été maintenu au-dessus de 4 cm<sup>3</sup> par litre de façon à ce que la diminution d'oxygène durant la mesure n'affecte pas le métabolisme respiratoire.

Les expériences ont été faites sur des animaux acclimatés à chaque température. Il s'écoulait toujours au minimum 48 heures entre le passage de la température d'élevage à la température d'expérience, et la première mesure. Pendant toute la durée d'une série de mesures à une température donnée, les élevages étaient maintenus à cette température.

Quand les expériences duraient 24 heures ou un multiple de 24 heures, l'éclairement suivait l'alternance normale du jour et de la nuit. Toutefois durant le jour, l'éclairage n'a jamais dépassé 200 ou 300 lux.

Les cellules à respiration étaient des fioles coniques (Erlenmeyer) en verre pyrex lisse, bouchées à l'émeri. Elles ne contenaient ni sable, ni cailloux.

Les larves étaient toutes prises au même stade larvaire, c'est-à-dire que pour une même espèce, elles étaient sensiblement de même taille et de même poids.

Les résultats sont exprimés en millimètres cube d'oxygène consommés par gramme de poids sec et par heure. Ils sont donnés avec l'erreur-standard. Ces résultats sont représentés graphiquement avec en abscisses les températures et en ordonnées les consommations d'oxygène. Sur le graphique sont reportés les intervalles de sécurité calculés pour 99 %.

Le poids sec des larves est établi après un séjour de 24 heures à l'étuve à 110°C.

## 2. RESULTATS

### *Polycentropus flavomaculatus* PICT.

L'influence de la température sur le métabolisme respiratoire de *Polycentropus flavomaculatus*, a été étudié entre 4°C et 27°C. Les expériences n'ont pu être poursuivies au delà de 27°C, car les larves ne résistaient plus assez longtemps pour permettre un nombre suffisant de mesures.

Le poids frais moyen d'une larve de *Polycentropus flavomaculatus* est de 15,7 milligrammes; le poids sec de 2 milligrammes.

Les larves sont extrêmement carnassières et remuantes, deux larves placées ensemble s'entre-dévorent irrémédiablement au bout de quelques temps. J'ai donc travaillé sur des larves isolées.

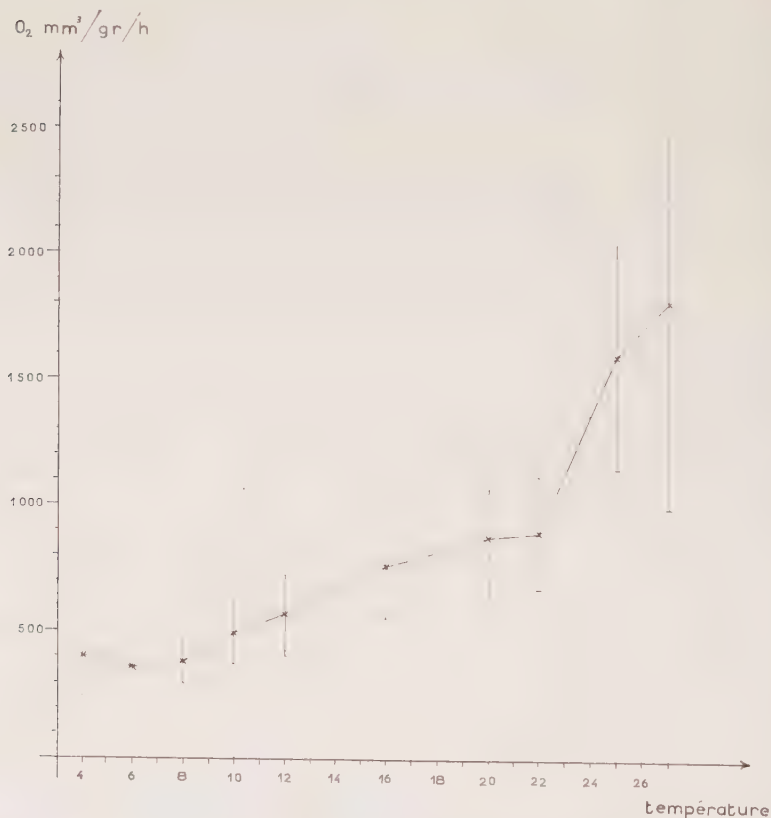
Les valeurs données dans le tableau I et sur le graphique 1 montrent que la consommation d'oxygène de *Polycentropus flavomaculatus* croît avec la température.

Cet accroissement est nul entre 4° et 8°C.

Il est faible entre 8 et 22°C (les moyennes comparées de 2° en 2° ne sont pas significativement différentes).

Au delà de 22°C la consommation d'oxygène augmente brusquement.

L'intervalle de sécurité, c'est-à-dire, la variabilité des mesures varie avec la température et dans le même sens qu'elle.



Graphique 1. Consommation d'oxygène de *Polycentropus flavomaculatus* PICT. en fonction de la température.



TABLEAU I

Consommation d'oxygène de *Polycentropus flavomaculatus* en fonction de la température. E.S. = Erreur-standard.

t°C	Cons. d'O <sub>2</sub> en mm <sub>3</sub> d'O <sub>2</sub> /g/heure					Moyennes
4	280	300	473	473	473	400 (E.S. ± 40)
6	176 456	196 456	303 460	333 463	404	360 (E.S. ± 36)
8	120 306 440 533	190 326 473 604	260 343 484	273 424 516	290 424 520	384 (E.S. ± 31)
10	230 410 520 900	313 416 550	316 452 583	350 464 738	406 464 790	494 (E.S. ± 44)
12	275 542 788	385 556 894	400 568	400 668	524 700	565 (E.S. ± 50)
16	325 619 923	527 644 1087	553 646 1231	578 785 1235	592 807	753 (E.S. ± 70)
20	316 744 1014 1220	341 771 1084 1385	372 772 1088 1620	420 837 1088	689 850 1165	876 (E.S. ± 84)
22	565 745 952	579 780 995	610 800 1253	721 821 1307	724 848 1657	890 (E.S. ± 75)
25	681 1661 1928	800 1712 2186	822 1788 2377	875 1793 2428	1385 1836	1590 (E.S. ± 152)
27	850 2119	1100 2164	1414 3177	1460	1962	1803 (E.S. ± 241)

*Plectrocnemia conspersa* (CURT.).

L'influence de la température sur le métabolisme respiratoire de *Plectrocnemia conspersa* a été suivie entre 4 et 24°C.

Au delà de 24°C, les larves étaient encore vivantes, mais la saison était très avancée et toutes les larves se nymphosaient.

Le poids frais moyen des larves était de 62.2 milligrammes, le poids sec moyen de 8,8 milligrammes.

Comme les larves de *Polycentropus flavomaculatus*, les larves de *Plectrocnemia conspersa* sont très carnassières, j'ai donc également travaillé sur des larves isolées.

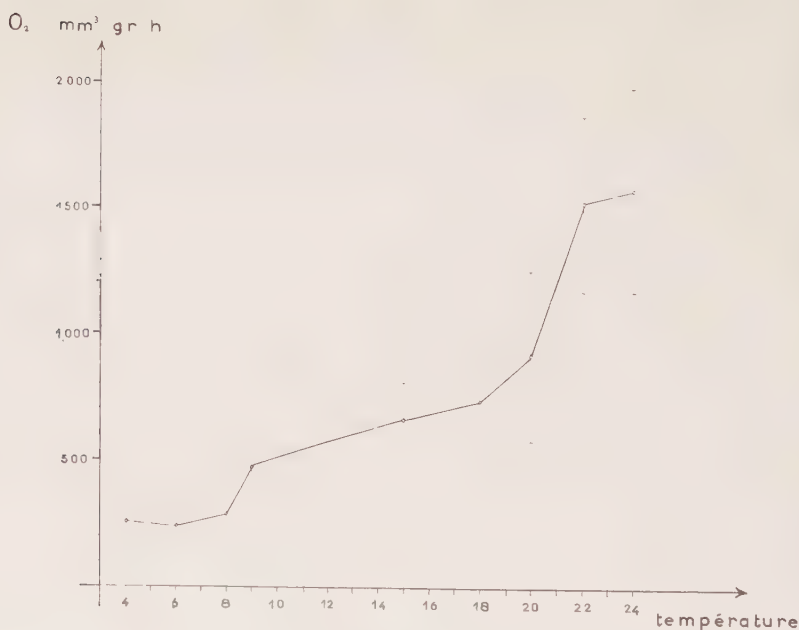
D'après les résultats donnés dans le tableau II et sur le graphique 2, on peut constater que la consommation d'oxygène de *Plectrocnemia conspersa* croît avec la température.

Entre 4 et 8°C cet accroissement est nul.

Il est plus marqué entre 9 et 22°C. (on note entre 8 et 9°C un saut assez brusque difficilement explicable).

Au delà de 22°C, la consommation d'oxygène passe brusquement du simple au double.

L'intervalle de sécurité varie dans le même sens que la consommation d'oxygène.



Graphique 2. Consommation d'oxygène de *Plectrocnemia conspersa* (CURT.) en fonction de la température.

TABLEAU II

Consommation d'oxygène de *Plectrocnemia conspersa* en fonction de la température. E.S. = Erreur standard.

t°C	Cons. d'O <sub>2</sub> en mm <sub>3</sub> d'O <sub>2</sub> /g/heure					Moyennes
4	152 230 464	159 275	184 311	186 336	197 391	262 (E.S. ± 30)
6	137 255 375	164 262	194 274	222 280	250 301	247 (E.S. ± 19)
8	170 240 525	219 254	221 325	223 364	236 441	292 (E.S. ± 31)
9	389 505	417 510	420 532	440 602	492	479 (E.S. ± 21)
15	226 460 761 840	350 464 775 910	368 583 781 957	395 590 786 990	450 671 800 1024	659 (E.S. ± 52)
18	403 607 754	454 621 853	499 629 1066	559 711 1084	577 737 1384	727 (E.S. ± 67)
20	521 752 1434	541 840 1808	584 854	684 1074	714 1264	922 (E.S. ± 110)
22	902 1196 1436 1902	902 1208 1607 2293	934 1214 1621 2494	1000 1284 1654 2829	1160 1366 1852	1519 (E.S. ± 123)
24	931 1232 2018	1146 1362 2096	1146 1444 2322	1160 1460 2704	1169 1774	1569 (E.S. ± 135)

### *Limnophilus rhombicus* (L.)

L'influence de la température sur la consommation d'oxygène de *Limnophilus rhombicus* a été étudiée entre 3° et 24°C.

Au delà de 24 C la nymphose est très accélérée. De plus, après 6 jours passés à cette température, il n'était pas rare que les larves succombent. Enfin, les tentatives d'expériences faites à 26°C ont échoué; sur les douze larves mises en élevage, une seule a résisté plus de 4 jours.

Les larves de *Limnophilus rhombicus* sont des larves moins agressives et exclusivement herbivores; j'ai utilisé des lots de 3 larves par flacon. Le poids frais moyen d'un lot était de 654 milligrammes et le poids sec moyen de 150 milligrammes.

Le fourreau de *Limnophilus rhombicus* est variable, formé de débris végétaux ou de graviers. Je n'ai utilisé que des larves à fourreau de graviers pour ne pas introduire de végétaux dans les flacons à respiration.

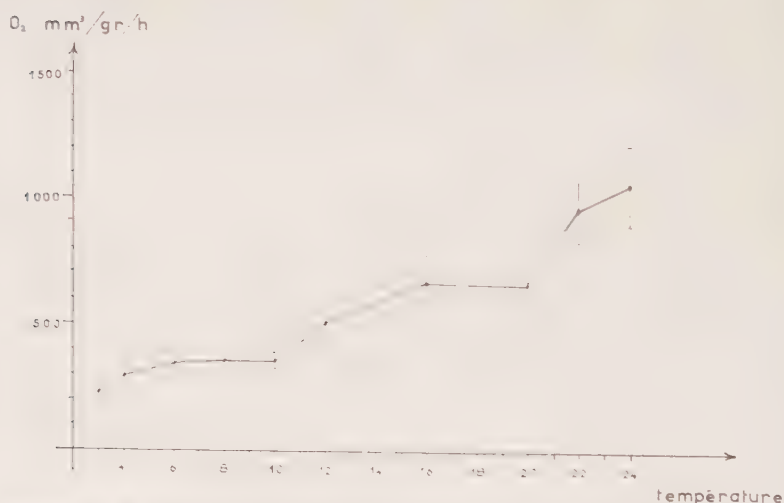
Les résultats sont donnés dans le tableau III et sur le graphique 3. On remarque que la consommation d'oxygène de *Limnophilus rhombicus* croît avec la température.

Entre 3° et 10°C l'accroissement est à peu près nul.

Entre 10° et 20°C cet accroissement est faible.

Il augmente brutalement entre 20° et 22°C.

L'intervalle de sécurité augmente avec la température.



Graphique 3. Consommation d'oxygène de *Limnophilus rhombicus* (L.) en fonction de la température.



TABLEAU III

Consommation d'oxygène de *Limnophilus rhombicus* en fonction de la température. E.S. = Erreur-standard.

t°C	Cons. d'O <sub>2</sub> en mm <sub>3</sub> d'O <sub>2</sub> /g/heure					Moyennes
3	213 241	213	214	239	241	226 (E.S. ± 5)
4	195 293 370	200 309 420	228 324	256 332	267 359	296 (E.S. ± 19)
6	284 317 469	301 331 469	308 331	314 333	317 348	344 (E.S. ± 17)
8	284 352 368	284 353 383	327 354 383	338 355 384	350 357 402	352 (E.S. ± 8)
10	317 345 429	322 354	323 362	323 370	337 412	354 (E.S. ± 11)
12	330 492 623	422 493 656	437 526	452 540	473 553	500 (E.S. ± 24)
16	378 555 727 895	453 622 740	503 660 755	539 663 807	546 720 892	653 (E.S. ± 37)
20	390 590 756	412 615 767	500 631 792	508 690 816	574 691 910	646 (E.S. ± 38)
22	642 871 1105 1187	675 880 1106	745 906 1156	778 928 1157	805 1030 1179	946 (E.S. ± 45)
24	672 1022 1284	877 1087 1353	889 1141	925 1143	1000 1166	1046 (E.S. ± 52)

### 3. INTERPRETATION

Chez tous les Poikilothermes aquatiques, une élévation de température entraîne une augmentation de la consommation d'oxygène.

Les larves des trois espèces de Trichoptères étudiées ici ne font pas exception à la règle. Cependant l'influence de la température sur le métabolisme respiratoire n'est pas la même pour toute l'échelle de température.

On peut distinguer trois zones.

Une zone de basses températures entre 4 et 8—10°C dans laquelle la consommation d'oxygène est sensiblement constante. Les écarts entre les valeurs extrêmes sont relativement faibles.

Une zone de moyennes températures entre 10° et 20—22°C où l'accroissement du métabolisme est faible mais non nul. Les différences de consommation d'oxygène sont significatives entre les deux températures extrêmes; elles ne le sont plus si l'on ne tient compte que de faibles écarts de température, 2° ou 4°C. Les écarts sont plus marqués que dans la zone précédente.

Enfin une zone de hautes températures au delà de 22°C où le métabolisme augmente brusquement. Les écarts sont alors très grands.

Les deux premières zones sont plus ou moins nettement séparées, la dernière au contraire est bien délimitée, la pente de la courbe change alors brusquement.

Il semble possible d'interpréter ce type de courbe selon les hypothèses émises par BULLOCK en 1955 à propos des courbes de métabolisme mesurées sur des animaux acclimatés (Acclimated R.T. curve). Pour l'auteur, une parfaite adaptation à une zone de température donnée, se traduirait sur une telle courbe par une horizontale. La pente de la courbe plus ou moins accentuée traduirait une sensibilité plus ou moins grande à ces températures.

On se trouverait en présence d'un phénomène de régulation thermique, comme le présentait déjà MONTUORI en 1913, analogue à celui des Homéothermes mais de moindre envergure tout de même. Des courbes tout à fait analogues à celles données ici pour des larves de Trichoptères, ont été publiées par MEUWIS & HEUTS (1957) pour des carpes. Ces auteurs les interprétant également dans ce sens et y voient la possibilité de mettre en évidence des variations génétiques.

Ainsi, pour des larves de Trichoptères, la zone des basses et moyennes températures, de 4° à 20°C semble être la zone pour laquelle elles sont le mieux adaptées. L'adaptation serait parfaite entre 4° et 8°C, moins bonne entre 10° et 20°C. Ces températures correspondent tout à fait aux températures que rencontrent les larves dans la nature. Au delà de 20°C nous ne sommes plus dans des températures

de vie normale, nous entrons dans le domaine des températures léthales et sub-léthales. Dans la nature, ces larves n'ont jamais à supporter des températures aussi élevées, puisque en été, quand l'eau atteint 18°C, elles ont disparu des ruisseaux.

Le fait que nous nous trouvions dans une zone de température anormale pour ces larves se traduit sur le graphique, non seulement par une augmentation brutale de la consommation d'oxygène, mais aussi par l'irrégularité de cette consommation. Ce phénomène, surtout marqué pour *Polycentropus flavomaculatus* et *Plectrocnemia conspersa*, se retrouve pour la plupart des Invertébrés aquatiques, en particulier chez les habitants des ruisseaux: Chez les Gammarès (TROIANI 1954), les Ancyles (MARQUE 1955), des larves d'Ephémères et de libellules (PATTEE 1955) et chez des Planaires. Chez tous on trouve des écarts entre les valeurs extrêmes considérables, doubles ou triples de ceux rencontrés à des températures inférieures. La raison de ces anomalies est encore mal connue.

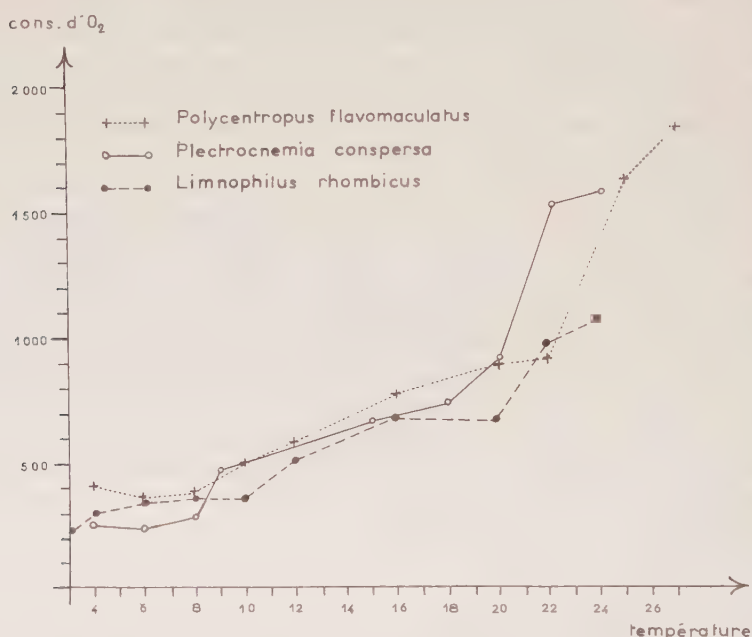
On remarque que pour *Polycentropus*, pour *Plectrocnemia* comme pour *Limnophilus*, l'étendue de la zone d'adaptation est sensiblement la même, et à l'intérieur de celle-ci, la valeur absolue du métabolisme est semblable. L'intensité respiratoire de *Limnophilus rhombicus* est très légèrement inférieure à celle de *Polycentropus flavomaculatus*. Mais la différence n'est pas du tout significative. Cette similitude peut surprendre de la part d'animaux si différents, principalement si l'on se place du point de vue de leur habitat. *Limnophilus rhombicus* est considéré comme une larve de mare, d'étang, d'une façon générale d'eau stagnante (forme lénitique), tandis que *Polycentropus flavomaculatus* et *Plectrocnemia conspersa* sont considérées comme des larves vivant dans les zones de courant (forme lotiques). Nous avons vu qu'au Mornantet cette répartition est tout à fait respectée. Dans la nature, on reconnaît facilement un biotope à *Polycentropus* d'un biotope à *Limnophilus* et je ne crois pas que l'on ait jamais trouvé les deux larves ensemble dans des conditions de vie normales.

Quelques auteurs, FOX et ses collaborateurs (1933, 1935, 1937), WALSHE-MAETZ (1948 et 1953), et BALKE (1957) ont montré pour des larves d'Ephémères, de Chironomes et diverses autres larves aquatiques, que la différence d'habitat entraînait une différence de métabolisme respiratoire. Dans des conditions identiques, les animaux d'eau courante respireraient davantage que les animaux d'eau stagnante.

Mais BERG (1952) comparant le métabolisme respiratoire d'Ancyles de rivière et d'Ancyles d'eaux calmes, arrive à la conclusion que cette loi „logique et raisonnable” ne s'applique pas à eux. Pour différents autres Gastéropodes, les résultats sont les mêmes: Il n'y a pas forcément de corrélation absolue entre les caractéristiques

respiratoires des animaux étudiés et leur distribution dans la nature (BERG & OCKELMANN 1959).

Les résultats trouvés pour les trois espèces de larves de Trichoptères m'amènent à la même conclusion (Graphique 4). (La différence de taille existant entre *Polycentropus* et *Limnophilus* aurait dû accentuer cet écart.). La sensibilité à la température n'est pas le facteur dominant justifiant leur répartition en animaux d'eau courante et animaux d'eau stagnante <sup>1)</sup>. Il faudrait penser à d'autres facteurs, par exemple facteur éthologique ou facteur trophique. Tout ceci reste à déterminer.



Graphique 4. Comparaison des consommations d'oxygène de *Polycentropus flavomaculatus* PICT., *Plectrocnemia conspersa* (CURT.), et *Limnophilus rhombicus* (L.).

On remarque que les courbes de métabolisme des *Polycentropidae* d'une part, de *Limnophilus rhombicus* d'autre part, diffèrent sur un point: La valeur des intervalles de sécurité, c'est-à-dire, la variabilité des mesures. Dans les deux cas, l'écart entre les valeurs extrêmes croît avec la température mais cet accroissement est beaucoup plus marqué chez *Polycentropus* et chez *Plectrocnemia*.

<sup>1)</sup> Rappelons que nous n'avons travaillé que sur des larves „acclimatées”. Peut-être y aurait-il une différence de métabolisme pendant la période d'acclimation?



que chez *Limnophilus*. De plus, pour une même température, cet écart est plus important chez les deux premières larves. Chez *Limnophilus* l'intervalle de sécurité est à peu près constamment faible. Les variations individuelles étant peu marquées, les résultats restent très homogènes. Comment peut-on expliquer cette différence? Il faut, semble-t-il, l'attribuer simplement à une différence de „nature” des larves. Les Polycentropidae sont des animaux particulièrement excitables et d'activité très irrégulière. Ils passent du repos à des périodes d'activité fébrile. Au contraire, *Limnophilus rhombicus* est constamment peu actif et ne répond que faiblement aux excitations pouvant provenir de l'extérieur.

#### 4. RÉSUMÉ

Dans ce travail, il a été étudié l'influence de la température sur la consommation d'oxygène de trois larves de Trichoptères: *Polycentropus flavomaculatus* PICT., *Plectrocnemia conspersa* (CURT.), et *Limnophilus rhombicus* (L.). Les animaux étaient accoutumés à la température 48 heures avant le début des expériences.

La consommation d'oxygène de ces trois larves croît avec la température.

Cet accroissement n'est pas régulier. Il est nul entre 4° et 10°C. Il est faible entre 10° et 20—22°C. Au delà de 22°C l'augmentation est au contraire brutale. Le métabolisme passe du simple au double. On peut en conclure que ces larves sont bien adaptées à des températures allant de 4° à 22°C les températures supérieures n'étant pas des températures de vie normale.

On ne note pas de différence significative entre les courbes des formes d'eau courante ou lotiques (*Polycentropus* et *Plectrocnemia*) et celle de la forme d'eau stagnante ou forme lénitique (*Limnophilus*).

A une même température, la consommation d'oxygène présente de grandes variations chez les Polycentropidae, animaux actifs et excitables. Ces variations sont faibles chez *Limnophilus rhombicus*, larve peu active et peu excitable.

#### SUMMARY

The influence of temperature on oxygen consumption has been studied for three Caddis-fly larvae: *Polycentropus flavomaculatus* PICT., *Plectrocnemia conspersa* (CURT.), *Limnophilus rhombicus* (L.). The animals were acclimated to each new temperature 48 hours before the beginning of the experiments.

The higher the temperature, the more oxygen the three larvae consume, but the increase in oxygen consumption with temperature is not regular. Respiratory metabolism is constant between 4 and

10°C. It increases slightly within the 10 to 20°C-range. Above 22°C, the increase becomes quite sharp and often twofold.

These larvae are well adapted to the 4—22°C temperature range, whereas higher temperature may be considered as abnormal for them.

No significative difference was found between the metabolism-temperature-curves for running-water species (*Polycentropus* and *Plectrocnemia*) and for a stagnant-water species (*Limnophilus*).

The oxygen consumption of Polycentropidae varies greatly within the same level of temperature. The animals are active and excitable. The oxygen consumption of *Limnophilus* varies much less, *Limnophilus* being less active and less excitable.

##### 5. TRAVAUX CITES

- BALKE, E., - 1957 - Der O<sub>2</sub>-Konsum und die Tracheen-Innenfläche bei durch Tracheenkiemen atmenden Insektenlarven in Abhängigkeit von der Körpergrösse. *Z. vergl. Physiol.* 40, 4, 415—459.
- BERG, K., - 1952 - On the respiration of some molluscs from running and stagnant water. *Colloques internationaux du C.N.R.S. Ecologie* 33, 562—567.
- BERG, K. & OCKELMANN, K. W., - 1959 - The respiration of freshwater snails. *J. exp. Biol.* 36, 4, 690—708.
- BULLOCK, T. H., - 1955 - Compensation for temperature in the metabolism and activity of Poikilotherms. *Biol. Rev.* 30, 311—342.
- FOX, H. M. & SIMMONS, B. G., - 1933 - Metabolic rates of aquatic arthropods from different habitats. *J. exp. Biol.* 10, 67—74.
- FOX, H. M., SIMMONDS, B. G. & WASHBOURN, R., - 1935 - Metabolic rates of Ephemerid nymphs from swiftly flowing and still waters. *J. exp. Biol.* 12, 179—184.
- FOX, H. M., WINGFIELD, C. A. & SIMMONDS, B. G., - 1937 - The O<sub>2</sub>-consumption of Ephemerid nymphs from flowing and from still waters in relation to the concentration of oxygen. *J. exp. Biol.* 14, 210—218.
- MARQUE, Y., - 1955 - Recherches sur le métabolisme respiratoire de deux ancylidae *Ancylus fluviatilis* Müller et *Gundlachia* sp. Pfeiffer. Diplôme d'études supérieures. Lyon.
- MEUWIS, A. L. & HEUTS, M. J., - 1957 - Temperature dependance of breathing rate in carp. *Biol. Bull.* 112, 96—107.
- MONTUORI, A., - 1913 - Les processus oxydatifs chez les animaux marins par rapport à la température. *Arch. ital. Biol.* 56, 140—156.
- PATTEE, D. E., - 1955 - La consommation d'oxygène de quelques larves aquatiques d'insectes et ses variations. Diplôme d'études supérieures. Lyon.
- TROIANI, D., - 1954 - Contribution à l'étude du métabolisme respiratoire de quelques Gammaridae. *C.R. Acad. Sci.* 239, 1540—1542.
- WALSHE, B. M., - 1948 - The oxygen requirements and thermal resistance of chironomid larvae from flowing and from still waters. *J. exp. Biol.* 25, 35—44.
- WALSHE-MAETZ, B. M., - 1953 - Le métabolisme de *Chironomus plumosus* dans les conditions naturelles. *Physiol. comp. Oecol.* 3, 135—151.

(Laboratoire de Zoologie Generale, Faculte des Sciences de Lyon, France).

# Diurnal Variations in Two Shallow Ponds in Delhi, India

by

M. G. GEORGE

Department of Zoology, University of Delhi.

(with 2 figs.)

## INTRODUCTION

Extensive observations on diurnal variations in freshwaters have been carried out in temperate regions. Similar investigations on tropical waters are very few, the most notable ones are those of CARTER & BEADLE (1930), PRUTHI (1933), GANAPATI (1949, 1955) VAAS & SACHLAN (1953), CHACKO & KRISHNAMURTHY (1954) and TALLING (1957). The present communication is the first record of diurnal changes in water chemistry and plankton during typical summer conditions in shallow waters of North India.

In India, carp fingerlings are stocked in ponds two of which were selected for a comparative study of diurnal variations. At the time of the investigations, in one of the tanks there was reported mortality of *Labeo rohita* HAMILTON and *Cirrhina mrigala* HAMILTON, two important food fishes. Then it became imperative to analyse the factors responsible for such mortality. The two ponds, Naini Lake and Roshanara Garden Tank are located in Delhi between  $28^{\circ} 12'$ — $28^{\circ} 53'$  N and  $76^{\circ} 50'$ — $77^{\circ} 23'$  E. Naini Lake is rectangular in shape with an area of 12 acres and an average depth of 3 feet. There are a few small trees on the southern bank of the Lake which is open and exposed to sunshine throughout the day. The Lake is an artificial one of comparatively recent origin. Roshanara Garden Tank, dating back to about 1700 A.D, is almost circular in shape with an area of 6 acres and an average depth of  $3\frac{1}{2}$  feet. At the centre of the pond there is an island. The sides of the pond and the island support a luxuriant growth of palm trees and except when the sun is vertical there was always shade at some point or other. There is a permanent bloom of *Microcystis aeruginosa* KUETZ in this pond.

## METEOROLOGICAL DATA

In Delhi, although the day temperature is usually highest in May, the monthly mean temperature is highest in June when night temperature is also at its maximum. Investigations were carried out for 24 hours from 8—30 a.m. on 10 May 1959 in Naini Lake, the maximum day temperature recorded being 40.9°C and the minimum 23.8°C. Roshanara Garden Tank was also investigated for 24 hours from 9 a.m. on 21 June 1959 during which period the maximum day temperature was 42.5°C and the minimum 33.0°C. The above days were very bright, the sky was clear and wind action was almost nil.

## METHODS OF INVESTIGATIONS

Surface water samples were taken with a water bottle from the same collection stations every 3 hours and chemical analysis was done immediately on the spot. Special samples were taken, with the customary precautions, for the determination of free carbon dioxide and dissolved oxygen. Temperature of the surface water was measured by a mercury thermometer graduated from 0—50°C. Free carbon dioxide was estimated by titrating with N/100 sodium hydroxide with phenolphthalein as indicator. Oxygen was determined by the Winkler Method (unmodified), carbonate alkalinity and bicarbonate alkalinity by titration with N/50 sulphuric acid using phenolphthalein and methyl orange as indicators according to American Public Health Association (1955) and the results are expressed as p.p.m. of  $\text{CaCO}_3$ . Hydrogen ion concentration expressed in terms of pH was determined by Hellige's Comparator using thymol blue as indicator. Artificial light was used for all pH determinations.

Plankton samples were collected every 6 hours using a plankton net made of bolting silk No. 21. Each time, from 12 fixed stations 25 litres of water from the surface were taken and passed through the net. The plankton concentrate was immediately preserved in 10% formalin. Phytoplankton counts were made by the "drop" method (PEARSALL, GARDINER & GREENSHIELDS, 1946), while a suitable aliquot was counted for the enumeration of zooplankton.

## OBSERVATIONS

### Water Chemistry

Diurnal variations in the water chemistry of the ponds are given in Tables I and II and graphic representations are shown in Figures 1 and 2.



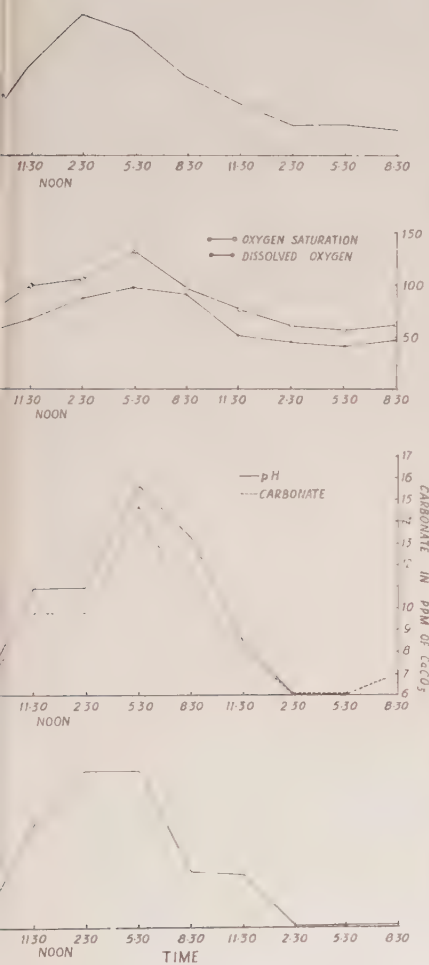


Fig. 1.  
Graph showing the diurnal variations in the water chemistry of Naini Lake.

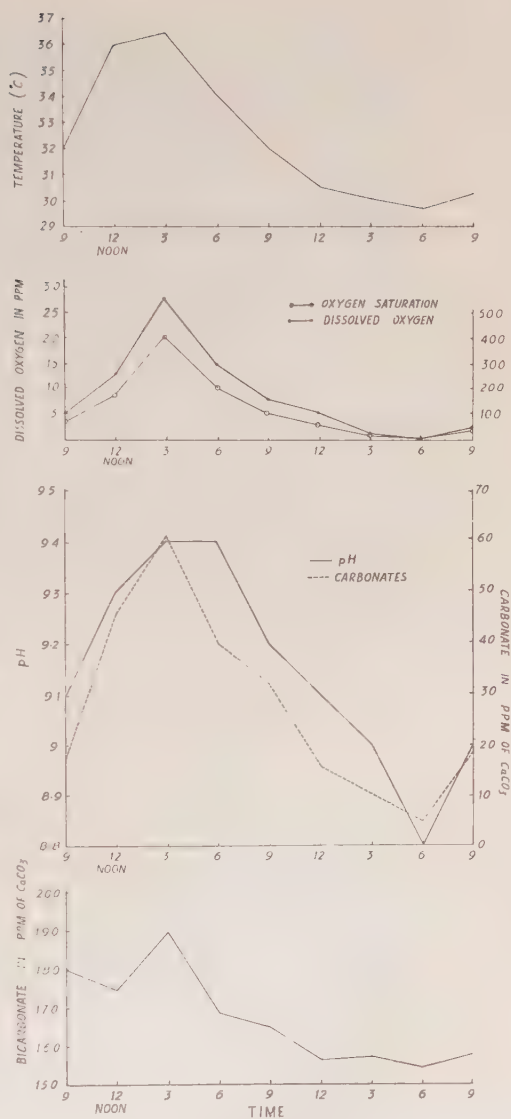


Fig. 2.  
Graph showing the diurnal variations in the water chemistry of Roshanara Garden Tank.

TABLE I  
*Variations in the water chemistry during 24 hours in Naini Lake*

Date	Time	Temperature °C	pH	Dissolved oxygen p.p.m.	Oxygen saturation %	Carbonates p.p.m.	Bicarbonates p.p.m.
10.5.'59	8.30 a.m.	28.8	8.6	5.2	66.7	6.0	88.0
	11.30 a.m.	32.5	8.8	7.3	97.9	10.0	92.2
	2.30 p.m.	33.4	8.8	7.7	106.06	10.0	94.0
	5.30 p.m.	32.5	9.0	9.9	134.7	15.0	94.0
	8.30 p.m.	31.0	8.9	7.4	98.7	10.0	90.0
	11.30 p.m.	30.0	8.7	5.8	76.3	8.0	90.0
11.5.'59	2.30 a.m.	29.2	8.6	4.7	63.2	6.0	88.0
	5.30 a.m.	29.2	8.6	4.5	60.7	6.0	88.0
	8.30 a.m.	29.0	8.6	5.2	66.9	7.0	88.0

TABLE II  
*Variations in the water chemistry during 24 hours in Roshanara Garden Tank.*

Date	Time	Temperature °C	pH	Dissolved oxygen p.p.m.	Oxygen saturation %	Carbonates p.p.m.	Bicarbonates p.p.m.
21.6.'59	9 a.m.	32.0	9.1	5.3	71.6	18.0	180.0
	12 Noon	36.0	9.3	12.5	178.5	46.0	174.0
	3 p.m.	36.5	9.4	28.2	405.8	60.0	190.0
	6 p.m.	34.0	9.4	14.8	205.5	40.0	165.0
	9 p.m.	32.0	9.2	7.6	102.7	32.0	168.0
22.6.'59	12 Night	30.5	9.1	5.3	69.9	16.0	156.0
	3 a.m.	30.0	9.0	1.4	18.4	10.0	156.0
	6 a.m.	29.6	8.8	0.1	1.3	5.0	154.0
	9 a.m.	30.2	9.0	2.4	31.4	18.0	158.0

**Temperature.** Temperature showed fluctuations from 28.8—33.5°C in Naini Lake and 30.0—36.5°C in Roshanara Garden Tank, the range of variations in the latter being 6.5°C. The maximum temperature was recorded in the ponds between 3—6 p.m. The lowest temperature was noted at 8.30 a.m. in Naini Lake and 6 a.m. in Roshanara Garden Tank. Thus marked variations were observed during day and night, but since the ponds were very shallow, stratification during day and convectional cooling at night were not expected to be important.

**Dissolved oxygen.** Dissolved oxygen varied from 4.5 to

9.9 p.p.m. in Naini Lake, where the highest value was noted at 5.30 p.m. and lowest at 5.30 a.m. The percentage saturation of oxygen (Table I) varied from 60.7—134.7. In Roshanara Garden Tank dissolved oxygen showed a much wider range from 0.1—28.2 p.p.m. The amount of dissolved oxygen was at its maximum at 3 p.m. and minimum at 6 a.m. The percentage saturation of oxygen (Table II) varied from 1.3—405.8. In Figures 1 and 2 the oxygen saturation curve is superimposed on the dissolved oxygen curve.

**Free carbon dioxide.** Free carbon dioxide was never detected in these waters during the period of investigations.

**Carbonates.** The range of variations in carbonates was 9 and 55 p.p.m. in Naini Lake and Roshanara Garden Tank respectively. Maximum value was reached in late afternoons and minimum in early hours of the morning.

**Bicarbonates.** There was only a minor difference of 6.0 p.p.m. between the maximum and minimum bicarbonate content in Naini Lake while a difference of 36.0 p.p.m. was observed in Roshanara Garden Tank. In both the ponds bicarbonates reached the maximum value between 2.30—3 p.m. and minimum in the morning.

**Hydrogen ion concentration (pH).** pH varied from 8.6 to 9 and 8.8 to 9.4 in Naini Lake and Roshanara Garden Tank respectively. pH increased progressively during day and decreased during night.

#### Plankton in surface water

*Microcystis aeruginosa* which formed the water bloom in Roshanara Garden Tank were more numerous at about 4 p.m. and corresponding to this increase, there was noted an increase in plankton volume. Similarly other plankton algae gather in large numbers at about 4 p.m.

In Naini Lake, the phytoplankton population was at its maximum at 10 p.m. with the first peak at 4 p.m. and in all the samples analysed, members of Chlorophyceae were dominant in variety and also in individual numbers.

The bulk of the zooplankton consisted of rotifers, cladocerans, copepods and dipteran larvae. In Naini Lake, the maximum rotifer population was noted at 4 p.m. the majority being composed of *Brachionus caudatus* BARROIS and DADAY var. *personatus* AHLSTROM and *B. diversicornis* DADAY. Rotifers were more abundant at 10 a.m. in Roshanara Garden Tank, the population being dominated by *Filinia longiseta* EHRENBERG, *Keratella valga* EHRENBERG f. *tropica* APSTEIN and *Brachionus calyciflorus* PALLAS.

Cladocerans recorded from Naini Lake during the 10 a.m. collection was only 1 individual per litre and the corresponding number from Roshanara Garden Tank was 919, the population in the latter

composed mostly of *Moina brachiata* JURINE. In Naini Lake, cladocerans were more abundant at night and in Roshanara Garden Tank they gathered in large numbers during the day. In both the ponds copepods were more numerous during the night.

## DISCUSSION

During photosynthesis carbon dioxide is removed from solution resulting in rise in carbonates. It is suggested by WIEBE (1930) that hydrogen ion concentration is controlled by photosynthesis and it would follow that pH and carbonate would vary directly. LAUFF (1953) has shown an apparent correlation between pH and carbonates in the waters of Rogers Lake. The present paper confirms the correlation between pH and carbonates under tropical conditions.

As the carbonates increase, the bicarbonates also tend to increase most of the time even though roughly an inverse relationship is to be expected. It appears that the  $\text{CO}_2$  — bicarbonate — carbonate system is not in equilibrium. The total alkalinity of the waters under investigation is principally a measure of salts of calcium expressed in terms of calcium carbonate. Hence the high alkalinities noted in Roshanara Garden Tank indicates supersaturation of calcium carbonate. As suggested by OHLE, 1952 (op. cit. HUTCHINSON, 1957), the excess calcium carbonate may be present in a stable colloidal form and it is possible that it may give rise to such non-equilibrium conditions. DEEVEY, GROSS, HUTCHINSON & KRAYBILL (1954) point out that such colloidal carbonate is extremely stable in the absence of excess of  $\text{CO}_2$  and probably it is formed as the result of the photosynthetic withdrawal of  $\text{CO}_2$  from bicarbonate solutions. HUTCHINSON (1957) quotes instances of hard-water lakes in northern Germany, where the surface water may perennially contain more calcium and apparently more bicarbonate than would be in equilibrium and he suspects that the presence of calcium carbonate in a stable colloidal form may be very wide spread in markedly hard-water lakes.

In Naini Lake, dissolved oxygen varied between 4.5—9.9 p.p.m. the maximum being at 5.30 p.m. and minimum at 5.30 a.m. The percentage saturation of oxygen ranged from 60.7—134.0. In Roshanara Garden Tank the corresponding variation was from 0.1—28.2 p.p.m. the maximum at 3 p.m. and minimum at 6 a.m. Dissolved oxygen reached a supersaturation of 405.8% during day and an undersaturation of 1.3% just before dawn. Hence the increase in oxygen concentration during the day is attributed to photosynthesis. The presence of dense algal bloom in Roshanara Garden



Tank accounts for the very high oxygen content during day time. During night oxygen is removed from water due to respiration of the biota, and since *Microcystis aeruginosa* was very abundant in this tank it caused an almost complete depletion of oxygen at night.

Thus it is evident that the high values for pH, carbonates and dissolved oxygen noted in the tanks in late afternoons was the result of photosynthetic activity.

Dissolved oxygen to the extent of 24.3 p.p.m. has been reported by ALIKUNHI, RAMACHANDRAN & CHAUDHURI (1951) from a nursery tank at Killa, Cuttack. According to the author it is for the first time that such a high value of 28.2 p.p.m. of dissolved oxygen is recorded.

Unlike the observations of VAAS & SACHLAN (1953), rotifers were abundant during the day in the surface layers and this is difficult to explain.

Cladocerans were more abundant at the surface during night in Naini Lake, but in Roshanara Garden Tank the opposite was the case. VAAS & SACHLAN (1953) found that rotifers and crustaceans rose to the surface at night in shallow ponds in Indonesia, and they pointed out similarity in this respect between temperate zones and tropics. But the present observations do not confirm this. It would be of great interest to study diurnal migrations of zooplankton in tropical waters, as our knowledge of this is very meagre.

During the course of the investigations, the author was able to make direct observations on the mortality of the fishes in Roshanara Garden Tank. Specimens of *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala* were seen to struggle hard with violent movements and they were gasping for breath between 5.30—6 a.m. only to collapse within a few minutes. The fishes were examined and they appeared normal and in good condition. As pointed out earlier, oxygen content of water at that time was about 0.1 p.p.m. BASU (1949) has presented the data on the oxygen requirements of major carps of India, from experimental studies. He has found that *Labeo rohita* and *Cirrhina mrigala* cannot survive for more than 7 minutes in water containing 0.1 p.p.m. of dissolved oxygen. It is clear that the fish mortality was caused by oxygen depletion.

#### SUMMARY

Observations on the diurnal variations in water chemistry and plankton in two shallow ponds, show large fluctuations in oxygen, pH and correlated changes in carbonate concentrations. A dissolved oxygen concentration of 28.2 p.p.m. was recorded in one pond. Plankton counts suggest that the diurnal migration pattern is not

similar to that often found in temperate waters. Nocturnal depletion of oxygen killed fish in one pond.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful to Dr M. CHANDY under whose supervision the present work was carried out. My thanks are due to Prof. Dr. KAJ BERG (Denmark) and Dr. C. H. MORTIMER F.R.S. (Great Britain) for making valuable suggestions in the manuscript. I owe my gratitude to the Council of Scientific and Industrial Research, India, for the grants-in-aid of the project "Studies on problems of fish culture in Delhi" and for the award of a Junior Research Fellowship.

#### REFERENCES

- ALIKUNHI, K. H., RAMACHANDRAN, V. & CHAUDHURI, H. - 1951 - Mortality of carp fry under supersaturation of dissolved oxygen in water. *Proc. nat. Inst. Sci. India*, 17, 261—264.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - 1955 - *Standard Methods for the Examination of Water, Sewage and Industrial Wastes*.
- BASU, B. P., - 1949 - Some experimental data regarding the oxygen requirements of the Indian fishes, *Catla catla*, *Labeo rohita*, *Labeo bata* and *Cirrhina mrigala*. *Proc. nat. Inst. Sci. India*, 15, 283—286.
- CARTER, G. S. & BEADLE, L. C., - 1930 - The fauna of the swamps of the Paraguayan Chaco in relation to its environment. *J. Linn. Soc. (Zool.)*, 37, 205—258.
- CHACKO, P. I. & KRISHNAMURTHY, B., - 1954 - On the plankton of three Freshwater Fish Ponds in Madras City, India. In Symposium on Marine and Freshwater Plankton in the Indo-Pacific. *Indo-Pacific Fish. Coun. (UNESCO)*, 103—107.
- DEEVEY, JR. E. S., GROSS, M. S., HUTCHINSON, G. E. & KRAYBILL H. L., 1954 - The natural  $C^{14}$  contents of materials from hard-water lakes. *Proc. nat. Acad. Sci.* 40, 285—288.
- GANAPATI, S. V., - 1949 - The hydrology of three summer pools in the rocky stream bed at Mettur Dam, with special reference to certain abnormal congregation of fishes. *J. zool. Soc. India*, 1, 44—48.
- GANAPATI, S. V., - 1955 - Diurnal variations in dissolved gases, Hydrogen ion concentration and some of the important dissolved substances of biological significance in three temporary Rock Pools in stream bed at Mettur Dam. *Hydrobiologia*, 7, 285—303.
- HUTCHINSON, G. E., - 1957 - *A treatise on limnology*. I. *Geography, Physics and Chemistry*. New York. John Wiley and Sons, Inc; London: Chapman & Hall Ltd.
- LAUFF, G. H., - 1953 - A contribution to the water chemistry and the phytoplankton relationships of Rogers Lake, Flathead County, Montana. *Proc. Montana Acad. Sci.*, 13, 5—19.
- PEARSALL W. H., GARDINER, A. C. & GREENSHIELDS, F. - 1946 - Freshwater biology and water supply in Britain. *Sci. Publ. Freshwat. biol. Ass. Brit. Emp.*, 11, 1—90.

- PRUTHI, H. S., - 1933 - Studies on the bionomics of Fresh waters of India.  
I. Seasonal changes in the physical and chemical conditions of the  
water of the tank in the Indian Museum Compound. *Int. Rev. Hydro-*  
*biol.*, 28, 46—67.
- TALLING, J. F. - 1957 - Diurnal changes of stratification and photosynthesis  
in some tropical African waters. *Proc. roy. Soc. B* 147, 57—83.
- VAAS, K. F. & SACHLAN, M., - 1953 - Limnological studies on diurnal fluctua-  
tions in shallow ponds in Indonesia. *Verh. int. Ver. Limnol.* 12, 309—  
319.
- WIEBE, A. H., - 1930 - Investigations in plankton production in fish ponds  
*Bull. U.S. Bur. Fish.* 46, 137—176.

# Contribution to the Knowledge of the Rotifer *Ascomorpha minima* Hofsten

by

VLADIMÍR SLÁDEČEK

Dept. of Water Technology, Inst. of Chemical Technology,  
Prague, Czechoslovakia

(with 3 figs.)

The species *Ascomorpha minima* was described by NILS VON HOFSTEN (1909) according to many specimens found in the large moorland Mästermyr on the Gotland Island in the Baltic Sea (Sweden). It occurred in July, August and September. Because it has not been revealed in Germany, it was not included into the standard determining work by COLLIN, DIEFFENBACH, SACHSE & VOIGT (1912). This was one of the main reasons of its very little knowledge. The second main cause is to be looked for in the small size of this species reaching only 43—51  $\mu$  according to the original diagnosis. An organism of such size passes through the meshes of usual plankton nets with ease.

The modern textbooks dealing with Rotatoria, i.e. VOIGT (1956—1957), BARTOŠ (1959) and RUDESCU (1960) record this species and list few localities in Sweden (HOFSTEN, 1909, CARLIN, 1943), USSR (FADEEV, 1929, cited according to VOIGT, 1957 and RUDESCU, 1960), USA (MYERS, 1942: Pocono Lake, pH = 6.4, Twin Lakes, pH = 4.0, Long Pond, pH = 6.5, Naomi Lake, pH = 6.2) and in Rumania (RUDESCU, 1960: Poiana Stampei). As far known, *A. minima* was not figured after HOFSTEN's paper and all figures published later were taken from the original description (e.g. REMANE, 1929, VOIGT, 1956—1957, BARTOŠ, 1959, RUDESCU, 1960).

B. CARLIN (1943) found a form designated as *Ascomorpha* cf. *minima* in the plankton of the Motala River in South Sweden. It was nearly identical with the typical form, but differed by the larger body reaching 80  $\mu$  in length, by the green content of the intestines, four black faecal points at older specimens and by the lacking of the lateral backward hooks of the fulcrum. Neither CARLIN nor HOFSTEN



figured the trophi in details, they only compared their shapes with that of *Ascomorpha ecaudis* PERTY. CARLIN's form occurred in July, August and September and the maximum production amounted 14 individuals per liter. CARLIN calls attention to the fact that the variability of *A. minima* is insufficiently known and VOIGT (1957) stresses that the whole genus *Ascomorpha* needs a new revision.

*Ascomorpha minima* was found by the author in the plankton of the great fishpond Zehun on the Cidlina River in East Bohemia, September 13th, 1949 in very small number. It was gained by centrifuging a surface water sample. The specimens belonged undoubtedly to the typical form as described by HOFSTEN. A dead specimen was found too, showing the details of the tiny lorica (fig. 1, 2). Only small differences with regard to the general shape are to be mentioned. The neck, the longitudinal dorsal grooves as well as the ventral flat indications of the grooves were distinct. On the ventral side at the end of the body a small contraction of the lorica was observed (fig. 2). The lorica had a total length  $48\ \mu$ , maximum width  $31\ \mu$ , the length of the neck was  $15\ \mu$  and its width  $24\ \mu$ . The cross-section (fig. 3) of the lorica was the same as demonstrated by HOFSTEN (1909, p. 89, fig. 22f).

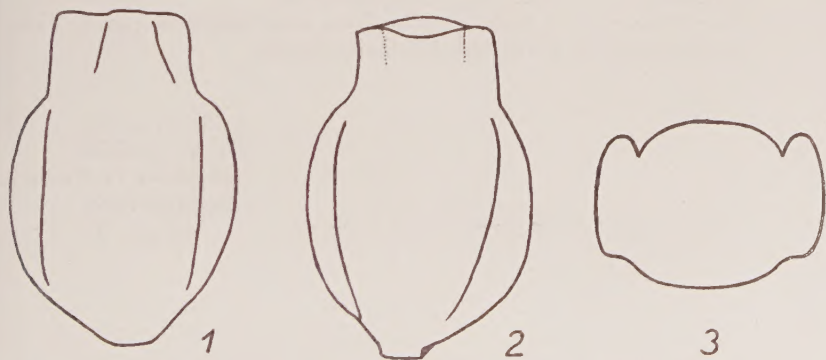


Fig. 1. *Ascomorpha minima* HOFSTEN, dorsal view of the lorica. — Fig. 2. Ventral view of the lorica. — Fig. 3. Cross-section of the lorica. (Fig. 1 and 2 according to bohemian specimens, Fig. 3 according to HOFSTEN, 1909, Fig. 22f).

According to the bohemian specimens it can be concluded, that the typical form is confirmed in its shape and size. It seems that the cuticula is so firm that it can be regarded as a thin lorica or as a transitory formation.

The taxonomical position of the greater form, described but not figured by CARLIN (1943), is to be explained in future investigations. It is probably an independent taxonomical unit, because no intermediary specimens to both next related species (*A. ecaudis* PERTY

and *A. minima* HOFSTEN) have been found by CARLIN or any other worker. Also the ecological aspect is to be regarded. The greater form seems to occur in slightly or more alkaline waters and not in moors and peat-bogs as *A. minima* does.

#### REFERENCES

- BARTOŠ, E. - 1959 - Viřníci-Rotatoria. *Fauna of Czechoslovakia* 15, 969, in Czech, Praha.
- CARLIN, B. - 1943 - Die Planktonrotatorien des Motalaströms. Zur Taxonomie und Ökologie der Planktonrotatorien. *Meddel. Lunds Univ. Limnol. Inst.* 5 : 1—256.
- COLLIN, A., H. DIEFFENBACH, R. SACHSE & M. VOIGT - 1912 - Rotatoria und Gastrotricha. *Die Süßwasserfauna Deutschlands* 14 : 1—273.
- HOFSTEN, N. V. - 1909 - Rotatorien aus dem Mästermyr (Gottland) und einigen anderen schwedischen Binnengewässern. *Arkiv för Zoologi* 6 (1): 1—125.
- MYERS, F. - 1942 - The rotatorian fauna of the Pocono Plateau and environs. *Proc. Acad. Nat. Sci. Phila.* 94: 251—285.
- REMANE, A. - 1929 - Rotatorien, Gastrotrichen und Kinorhynchen. BRONN's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, Bd. IV, Abt. II., Buch 1, Lief. 1: 1—160.
- RUDESCU, L. - 1960 - Rotatoria. *Fauna Republici Populare Romine*, Trochelminthes, Vol. 2, Fasc. 2, p. 1192, București.
- VOIGT, M. - 1956—1957 - Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. I. Textband, p. 508; II. Tafelband, 115 Tafel. Berlin.

Author's adress:  
Dr. V. Sládeček,  
Trojanova 13, Praha 2,  
Czechoslovakia.



Dr W. JUNK, PUBLISHERS, THE HAGUE, NETHERLANDS

---

UITGEVERIJ DR. W. JUNK, DEN HAAG  
PUBLISHERS-VERLAG-EDITEURS

Biologia et Industria  
Biologisch Jaarboek  
Coleopterorum Catalogus  
Documenta Ophthalmologica  
Enzymologia, acta biocatalytica  
Flora Neerlandica  
Fossilium Catalogus I (Animalia)  
Fossilium Catalogus II (Plantae)  
Hydrobiologia, acta hydrobiologica,  
hydrografica et protistologica  
Monographiae Biologicae  
Mycopathologia et Mycologia Applicata  
Qualitas Plantarum et Materiae  
Vegetabiles  
Tabulae Biologicae  
Vegetatio, acta geobotanica  
World Academy of Art and Science

## TABULAE BIOLOGICAE

Editors:

G. BACKMAN, *Lund* - A. FODOR, *Jerusalem* - A. FREY-WYSSLING, *Zürich*  
A. C. IVY, *Chicago* - V. J. KONINGSBERGER, *Utrecht* - A. S. PARKES, *London*  
A. C. REDFIELD, *Woods Hole, Mass.* - E. J. SLIJPER, *Amsterdam*  
H. J. VONK, *Utrecht*.

*Scope:* Constants and Data (with some didactic context) from all parts of biology and border-line sciences, selected and established by competent specialists. Quotations of all the original works for further reference. Text in English, French, German. Headings in the index also in Italian and in Latin.

### SPECIAL VOLUMES:

Vol. XIX: CELLULA ( 4 parts) complete. 1939—1951..... f 148.—  
Vol. XXI: DIGESTIO (4 parts) complete. 1946—1954 ..... f 290.—  
part 3/4 Evertebrates (with index) 1954.... f 140.—

---

13 Sep '62

## CONTENTS

C. C. CRIDLAND: Laboratory Experiments on the Growth of <i>Tilapia</i> spp. The Reproduction of <i>Tilapia esculenta</i> under Artificial Conditions. (with 2 figs.). ( <i>East Afr. Fish. Res. Org., Jinja</i> ) .....	177
R. LABAT & A. SERFATY: Modifications électrocardiographiques chez la carpe ( <i>Cyprinus carpio</i> L.) au cours des changements de salinité (avec 2 figs.) .....	185
K. THOMASSON: Zur Planktonkunde Spitzbergens. 2. (mit 2 Fig.). ( <i>Växtbiol. Inst. Uppsala</i> ) .....	192
L. BOTOSANEANU & ST. NEGREA: Une oasis aquatique à faune reliquée dans la Plaine du Danube inférieur (avec 12 figs.). ( <i>Bucarest</i> ) .....	199
I. MATONIČKIN & Z. PAVLETIĆ: Epibiontische Verhältnisse auf den Kalktuffwasserfällen des Flusses Krka in Dalmatien. ( <i>Biol. Inst. und Bot. Inst., Univ., Zagreb</i> ) .....	219
I. MATONIČKIN & Z. PAVLETIĆ: Contributo alla conoscenza dell'ecologia delle biocenosi sulle cascade travertinose nella regione Carstica Jugoslava (con 5 fig.). ( <i>Biol. Inst. e Bot. Inst., Univ., Zagreb</i> ) .....	225
P. LEENTVAAR: Quelques rotateurs rares observés en Hollande (avec 3 figs.). ( <i>Inst. de Rech. Ecol. pour la Protection de la Nature, Bilthoven</i> ) .....	245
C. COLLARDEAU: Influence de la température sur la consommation d'oxygène de quelques larves de Trichoptères (avec 4 figs.) ..	252
M. G. GEORGE: Diurnal Variations in Two Shallow Ponds in Delhi, India (with 2 figs.). ( <i>Dept. of Zool., Univ. of Delhi</i> ) ..	265
V. SLADČEK: Contribution to the Knowledge of the Rotifer <i>Ascomorpha minima</i> Hofsten (with 3 figs.). ( <i>Dept. of Water Techn., Inst. of Chem. Techn., Prague</i> ) .....	274

Prix d'abonnement du tome  
 Subscribers price per volume  
 Abonnementspreis pro Band

fl. holl. 45.—  
 Dutch fl. 45.—  
 Holl. fl. 45.—